

# Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu

13.5.2015





# Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu

13.5.2015

Liikenneviraston ohjeita 16/2015

Liikennevirasto  
Helsinki 2015

*Kannen kuvat: Petri Vuorio*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-101-5

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000



Suunnittelun ohjaus

13.5.2015

LIVI/1943/04.00/2015

Vastaanottaja  
ELY-keskukset, Liikenneviraston toimialat

Säädösperusta

Korvaa  
Tievalaistuksen toimintalinjat, Tievalaistuksen suunnittelu  
Tievalaistuksen yösammutus ja muita energiansäästö-  
keinoja  
Rautatiealueen valaistusvaatimukset RHK 4/040/2009

Kohdistuvuus  
ELY-keskukset, Liikennevirasto

Voimassa  
1.6.2015 alkaen

Asiasanat  
Tievalaistus, valaistus, rautatie

## Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu, 13.5.2015

### Liikenneviraston ohjeita 16/2015

Tätä ohjetta noudatetaan arvioitaessa valaistuksen tarvetta ja energiansäästökeinoja sekä valaistusta suunniteltaessa. Ohjetta voidaan käyttää laatuvaatimuksena urakassa, joka sisältää suunnittelun, kun kohteen suunnitteluperusteet on annettu.

Julkaisu sisältää perustiedot valaistuksen terminologiasta ja valaistuksen turvallisuus- ja kustannusvaikutusten laskennan perusteet.

Ylijohtaja



Mirja Noukka

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA  
Kari Lehtonen  
Liikennevirasto  
puh. 029 534 3556

## Esipuhe

Tämän ohjeen on laatinut työryhmä, jossa konsultteina ovat olleet Pentti Hautala, Verna Koskinen ja Leena Kaanaa Sito Oy:stä, Aleksanteri Ekrias ja Mika Saari LiConAT Oy:stä, Marjut Kauppinen Arkkitehtitoimisto Oy, sekä Erkki Tamminen Projectus Team Oy:stä. Työryhmän työtä ovat ohjanneet tilaajan edustajina Kari Lehtonen ja Markku Granlund Liikennevirastosta sekä Markku Ijäs Pirkanmaan ELY-keskuksesta.

Ohje poikkeaa aikaisemmasta julkaisusta erityisesti seuraavien asioiden osalta:

- tievalaistuksen tarpeen arviointilaskelmat on päivitetty (aikaisemmin energiakustannusten nousu otettiin huomioon vaatimalla HK-suhteeksi 2, tässä ohjeessa energiakustannusten vuotuiseksi kasvuksi on oletettu 6 %),
- tievalaistuksen ajoittaisen vähentämisen menetelmät, keinot ja ohjaustavat on tarkistettu,
- valaistusluokkien tunnuksat ja arvot on tarkistettu standardin SFS-EN 13201-2 mukaisiksi,
- valaistusluokan valintamenetelmä on tarkistettu teknillisen raportin CEN/TR 13201-1 mukaiseksi,
- valaistusperiaatteissa on täsmennetty satama-alueita ja laitureita sekä lisätty erikoiskuljetusreitit,
- autoliikennetunneleiden kynnysalueen luminanssin määrittelytapaa ja luminanssikertoimia on tarkistettu,
- lyhyen tunnelin ohje on uusittu kokonaan,
- turvavalaisuksen kohta evakuointivalaistus on uusittu standardin SFS-EN 16276 mukaiseksi,
- pylväs- ja jalustatyyppeiden valintamenetelmää on parannettu,
- taloudellisuuslaskelmat on tarkistettu,
- ohjeeseen on lisätty rautatiealueet,
- suunnitelmia koskeva luku on päivitetty vastaamaan yleisiä tien suunnittelun ohjeita ja
- hankintoja koskeva luku on poistettu.

Helsingissä toukokuussa 2015

Liikennevirasto

## Sisällysluettelo

0	JOHDANTO.....	9
0.1	Valaistuksen suunnitteluun liittyvät ohjeet .....	9
0.2	Termit ja määritelmät.....	9
1	TIEVALAISTUKSEN TARVE.....	10
1.1	Tievalaistuksen vaikutukset.....	10
1.1.1	Liikenneturvallisuus .....	10
1.1.2	Valo tieympäristön osana .....	11
1.2	Valaistavat kohteet .....	12
1.2.1	Moottoritiet.....	12
1.2.2	Muut tiet.....	13
1.2.3	Jalankulku- ja pyörätiet.....	14
1.3	Tievalaistuksen saneeraus.....	14
1.4	Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen .....	14
1.4.1	Yleistä.....	14
1.4.2	Menetelmät ja keinot.....	15
1.4.3	Ohjaustavat .....	18
2	VALAISTUSTEKNILLISET VAATIMUKSET .....	21
2.1	Yleiset näkemisen perusteet.....	21
2.2	Valaistustekniset suureet.....	22
2.2.1	Keskimääräinen luminanssi $L_m$ .....	22
2.2.2	Luminanssin yleistasaisuus $U_o$ .....	22
2.2.3	Luminanssin pitkittäistasaisuus $U_l$ .....	22
2.2.4	Häikäisy $f_{TI}$ .....	22
2.2.5	Vierialueen valaistusvoimakkuus $R_{EI}$ .....	22
2.2.6	Valaistusvoimakkuus .....	22
2.2.7	Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus.....	23
2.2.8	Häikäisy $R_G$ .....	23
2.2.9	Värintoistoindeksi $R_a$ .....	24
2.3	Valaistusluokat .....	24
2.3.1	Yleistä .....	24
2.3.2	M-luokat.....	24
2.3.3	C-luokat .....	25
2.3.4	P-luokat.....	26
2.3.5	Lisäluokat .....	27
2.4	Valaistusluokan valinta.....	28
2.4.1	Autoliikenteen valaistusluokat.....	28
2.4.2	Jalankulku- ja pyörätiet sekä muut vastaavat alueet .....	32
2.5	Alenemakerron .....	34
2.6	Häiriövalo.....	34
2.7	Häiritsevä sivuvalo .....	36
2.8	Erikoisvalaistus .....	36
3	VALAISTUSPERIAATTEET .....	37
3.1	Valaistusratkaisun valinta .....	37
3.2	Valaistustyytit.....	38
3.2.1	Kaksiajorataiset tiet .....	38
3.2.2	Yksiajorataiset tiet.....	41
3.2.3	Jalankulku- ja pyörätie.....	43

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

3.3	Vähäliikenteiset tiet .....	44
3.4	Liittymät .....	44
3.4.1	Tasoliittymät .....	45
3.4.2	Kiertoliittymät .....	48
3.4.3	Eritasoliittymät .....	50
3.4.4	Pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueet .....	57
3.5	Ohituskaistatiet ja keskikaidetiet .....	58
3.6	Sopeutumisaalueet .....	58
3.7	Suojatiet .....	58
3.8	Satama-alueet ja laiturit .....	59
3.8.1	Lautta- ja lossilaiturit .....	59
3.8.2	Vähäliikenteiset laiturit .....	59
3.8.3	Suuret satamat .....	60
3.8.4	Muut vaatimukset .....	60
3.9	Linja-autopysäkit .....	60
3.10	Tasoristeykset .....	60
3.11	Sillat .....	60
3.11.1	Risteyssillat .....	60
3.11.2	Jalankulku- ja pyöräteiden alikulkukäytävät .....	61
3.12	Liikennemerkkit .....	61
3.13	Erikoiskuljetusten reitit .....	62
4	MAANTIET TAAJAMISSA .....	63
4.1	Yleistä .....	63
4.2	Lähtökohdat ja tavoitteet .....	63
4.3	Valaistustavat .....	64
4.3.1	Yleistä .....	64
4.3.2	Maantie ja pääkatu .....	64
4.3.3	Kokoojakatu .....	66
4.3.4	Tonttikatu .....	66
4.3.5	Hidaskatu, pihakatu .....	66
4.3.6	Kävelykatu .....	66
4.3.7	Kevyen liikenteen alueet .....	67
4.3.8	Asemaympäristöt .....	67
4.4	Valaistustekniset vaatimukset .....	67
4.5	Valaistusrakenteiden vaikutus kaupunkikuvaan .....	68
5	AUTOLIIKENNETUNNELIT .....	73
5.1	Valaistuksen tarkoitus .....	73
5.2	Yleiset periaatteet .....	74
5.2.1	Olosuhteet .....	74
5.2.2	Tunnelin pituus .....	74
5.2.3	Sisäänajo-osuuden valaistustavat .....	74
5.3	Pitkän tunnelin valaistus .....	74
5.3.1	Päivävalaistus .....	74
5.3.2	Yövalaistus .....	79
5.4	Lyhyen tunnelin valaistus .....	79
5.4.1	Lähtökohdat .....	79
5.4.2	Päivävalaistuksen mitoitusperusteet .....	80
5.4.3	Päivävalaistus .....	81
5.4.4	Yövalaistus .....	81
5.5	Poistumisalueen valaistus .....	81

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

5.6	Turvavalaistus.....	82
5.6.1	Varavalaistus .....	82
5.6.2	Evakuointivalaistus .....	82
5.6.3	Yhdyskäytävien valaistus .....	83
5.6.4	Pysähtymistaskujen valaistus .....	84
5.7	Optinen ohjaus .....	84
5.8	Valaisimet ja lamput.....	85
5.9	Kannatinrakenteet .....	85
5.10	Liikennemerkkit.....	85
5.11	Valaistuksen ohjaus.....	86
5.12	Sähköverkko.....	86
6	SUUNNITTELU.....	87
6.1	Yleistä.....	87
6.2	Valaistustekniikka.....	87
6.2.1	Yleistä .....	87
6.2.2	Valonlähteet.....	87
6.2.3	Valaisimet.....	89
6.2.4	Optinen ohjaus ja ulkonäkö .....	92
6.2.5	Päällyste .....	93
6.2.6	Valaistusteknilliset laskennat.....	95
6.2.7	Valaistusteknilliset mittaukset.....	96
6.3	Pylväät.....	97
6.3.1	Yleistä .....	97
6.3.2	Pylvään sijainti .....	100
6.4	Perustukset.....	102
6.5	Sähköjärjestelmät .....	104
6.5.1	Sähkölaitteet .....	104
6.5.2	Sähköverkko.....	109
6.6	Kustannukset .....	114
6.6.1	Yleistä .....	114
6.6.2	Rakennuskustannukset.....	116
6.6.3	Hoitokustannukset.....	116
6.6.4	Taloudellisuustarkastelut.....	119
7	VALAISTUSSUUNNITELMAT .....	124
7.1	Eriasteiset valaistussuunnitelmat.....	124
7.2	Ulkovalaistuksen tarveselvitys .....	124
7.2.1	Tarkoitus.....	124
7.2.2	Laatiminen .....	125
7.2.3	Sisältö .....	125
7.2.4	Käsittely ja hyväksyminen.....	125
7.2.5	Seuranta .....	125
7.3	Tievalaistuksen yleissuunnitelma.....	125
7.3.1	Tarkoitus.....	125
7.3.2	Suunnitteluperusteet .....	126
7.3.3	Laatiminen .....	126
7.3.4	Sisältö .....	126
7.3.5	Käsittely ja hyväksyminen.....	127
7.4	Tiesuunnitelman valaistustiedot.....	127
7.4.1	Tarkoitus.....	127
7.4.2	Suunnitteluperusteet .....	127

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

7.4.3	Laatiminen ja sisältö .....	127
7.4.4	Käsittely ja hyväksyminen .....	128
7.5	Tievalaistuksen rakennussuunnitelma .....	128
7.5.1	Tarkoitus .....	128
7.5.2	Suunnitteluperusteet .....	128
7.5.3	Laatiminen .....	128
7.5.4	Sisältö .....	130
7.5.5	Käsittely ja hyväksyminen .....	131
8	RAUTATIEALUEET .....	132
8.1	Valaistavat alueet ja kohteet .....	132
8.1.1	Yleistä .....	132
8.1.2	Matkustaja-alueet .....	132
8.1.3	Ratapihojen seison- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet .....	132
8.1.4	Junien huolto- ja järjestelyratapihat .....	133
8.1.5	Rautatietunnelit .....	133
8.2	Valaistustekniset vaatimukset .....	133
8.2.1	Yleiset perusteet .....	133
8.2.2	Matkustaja-alueet .....	134
8.2.3	Ratapihojen seison- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet .....	135
8.2.4	Junien huolto- ja järjestelyratapihat .....	136
8.2.5	Rautatietunnelit .....	137
8.2.6	Tasoristeykset .....	139
8.2.7	Valaistuksen hyötysuhde .....	139
8.3	Valaistusperiaatteet .....	140
8.3.1	Matkustaja-alueet .....	140
8.3.2	Ratapihojen seison- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet .....	140
8.4	Suunnittelu .....	141
8.4.1	Valaistusratkaisun valinta .....	141
8.4.2	Valonlähteet .....	141
8.4.3	Valaisimet .....	141
8.4.4	Valaistustekniset laskennat .....	142
8.4.5	Valaistustekniset mittaukset .....	143
8.4.6	Pylväät ja mastot .....	144
8.4.7	Perustukset .....	144
8.4.8	Sähköjärjestelmät .....	145
8.5	Valaistussuunnitelmat .....	146
	LIITELUETTELO .....	147

## o Johdanto

### 0.1 Valaistuksen suunnitteluun liittyvät ohjeet

Valaistuksen tarve ja suunnittelu sekä kustannuslaskennan ja vertailujen perusteet on esitetty tässä ohjeessa.

Valaisimien laatuvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisimien laatuvaatimukset**.

Liikenneviraston hyväksymät tievalaisimet on esitetty oppaassa **Hyväksytyt tievalaisimet** ja sen julkaisuhetken jälkeen laadituissa hyväksymiskirjeissä.

Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**. Pylväiden ja jalustojen yhteensopivuuden arviointia varten on julkaistu Excel-tiedostona opas **Pylväiden ja jalustojen yhteensovitusaulukko**. Suomen markkinoilla olevista törmäysturvallisista valaisinpylväistä on koottu CE-merkintöjen perusteella opas **Markkinoilla olevia valaisinpylväitä**.

Portaalien ja valaistuksen yhteensovittamista on käsitelty Liikenneviraston ohjeessa **Liikennemerkkien rakenne ja pystytys**, kohdassa 5.2.

Valaisimet, valaisinpylväät ja jalustat sekä niihin liittyvät sähkölaitteet asennetaan **InfraRYL:n** ja Liikenneviraston ohjeen **InfraRYL:n laatuvaatimusten soveltaminen tienpidossa** mukaisesti. Valmistajat antavat täydentäviä asennusohjeita.

Valaistustekniset laadunvalvontamittaukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Valaistustekniset laadunvalvontamittaukset**.

Rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu on käsitelty tämän ohjeen luvussa 8. Myös muita lukuja käytetään soveltuvin osin.

### 0.2 Termit ja määritelmät

Valaistusteknisten termien määritelmät ja symbolit on esitetty kohdassa 2.2.

Taloudellisuustarkasteluissa käytetyt termit ja määritelmät on käsitelty kohdassa 6.6.

# 1 Tievalaistuksen tarve

## 1.1 Tievalaistuksen vaikutukset

### 1.1.1 Liikenneturvallisuus

Pimeän ajan onnettomuusaste eli onnettomuuksien lukumäärä ajettuja ajoneuvokilometrejä kohti on suurempi kuin valoisana aikana. Sama koskee kävelijän ja pyöräilijän riskiä joutua auton alle. Vaikka väsymys ja alkoholi ovat merkittäviä lisäsyitä onnettomuusasteen kasvuun, ratkaisevin tekijä on kuitenkin pimeys. Valaisemalla tie voidaan vaikuttaa kuljettajien ja muiden tienkäyttäjien käyttäytymiseen ja suoriutumiskykyyn.

Maanteillä pimeän ajan liikenne (valaistuksen polttoaikana) on noin 16 % keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä (KVL).

Keskimäärin 32 % kaikista onnettomuuksista tapahtuu aikana, jonka poliisi on tulkinut pimeäksi. Poliisiraporttien mukaan pimeällä onnettomuusaste kasvaa 2...4-kertaiseksi verrattuna valoisaan aikaan. Erityisesti seuraavat onnettomuustyytit yleistyvät pimeänä aikana:

- jalankulkijaonnettomuus,
- törmäys pysähtyneeseen tai pysäköityyn ajoneuvoon,
- törmäys kiinteään esteeseen ajoradalla tai sen ulkopuolella ja
- eläinonnettomuus.

Kotimaisten ja kansainvälisten tutkimusten mukaan tievalaistus vähentää maanteillä pimeän ajan onnettomuuksia tieluokasta riippuen 20-30 %, kun samalla kertaa ei ole tehty muita liikenneturvallisuustoimenpiteitä. Tievalaistus vähentää eniten jalankulkijoihin ja pyöräilijöihin kohdistuvia onnettomuuksia. Niissä myös kuoleman tai vakavan loukkaantumisen riski on suurin. Vaikutus on suurin sekaliikenneteillä. Asiaa on käsitelty tarkemmin kohdassa 6.6.4.4.

Tievalaistus parantaa liikenneturvallisuutta myös tieosuuksilla, joilla olosuhteet ovat poikkeukselliset (tunnelit, suuri liittymätiheys, sumuiset tienkohdat, monimutkaiset liikennejärjestelyt jne.). Lisäksi tievalaistus parantaa ajoneuvoliikenteen palvelutasoa, sujuvuutta, ajomukavuutta ja optista ohjausta, vähentää ajoneuvojen aiheuttamaa häikäisyä sekä lisää tieympäristön yleistä turvallisuutta.

Tievalaistuksen vaikutus ajonopeuksiin on riippuvainen valaistun tieosan pituudesta, liikennemäärästä, tien luokasta, raskaiden ajoneuvojen osuudesta ja nopeusrajoituksista. Pääteillä valaistuksen rakentamisella ei ole todettu olevan ajonopeuksia merkittävästi nostavia vaikutuksia.

Tievalaistuksen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin on käsitelty Tiehallinnon selvityksessä **Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin**.



Tievalaistuksen vaikutukset liikenneonnettomuuksiin ovat pienemmät sääolosuhteiden ollessa huonot (sumun, vesisateen tai lumisateen aikana, tienpinnan ollessa märkä, jäinen tai luminen) verrattuna hyviin sääolosuhteisiin ja kuivaan tienpintaan. Syinä tähän ovat heikentyneet näkemis- ja ajo-olosuhteet, ajoneuvojen aiheuttama suurempi häikäisy sekä tievalaistuksen ajonopeuksia nostava vaikutus.

### **1.1.2 Valo tieympäristön osana**

Tievalaistuksen toteuttamisessa on liikenneturvallisuuden lisäksi monia muita samanaikaisesti tarkasteltavia näkökohtia. Tekniset ja toiminnalliset ominaisuudet voidaan esittää vaatimuksina, jotka ovat laskettavissa ja mitattavissa. Toisenlaisia keinoja ja arviointoja tarvitaan, kun tarkastellaan tievalaistuksen vaikutusta yleiseen turvallisuuteen ja viihtyisyyteen, liikenneympäristön muodostumiseen ja vertailuun muihin tienpitotoimiin.

Valolla on kolme päätehtävää:

- näkyvyys - toimintojen valaiseminen,
- hahmottaminen - tilan ja ympäristön muodostaminen ja
- ilmapiiri - turvallisuuden tunteen ja tunnelman synnyttäminen.

Taajamissa tievalaistuksella on myös merkittävä vaikutus esteettömän liikkumisympäristön toteuttamisessa.

Tievalaistuksen äärirajat ovat: valaistus täysin liikenteen ehdoilla ja valaistus täysin ympäristön ehdoilla. Valolla, valaistustavalla ja valaistustyyppillä voidaan tukea liikenne- ja tieympäristöä sekä osoittaa niiden muutokset.

Valolla on myös haitallisia vaikutuksia. Häiriövalo on valaistavan alueen ulkopuolelle menevää valoa, joka määränsä, suuntansa tai spektrijakaumansa takia kasvattaa epämiellyttävyyttä, epämukavuutta, hämmennystä tai rajoittaa oleellisen informaation näkymistä. Tienkäyttäjän kannalta häiritsevimpiä ovat viereisen rakennustyömaan tai urheilukentän väärin suunnattu valonheitin, liian lähelle tietä sijoitettu liian kirkas valomainostaulu, portaalin taakse sijoitettu tievalaisin, sekä törmäyksen tai muun syyn takia väärään suuntaan kääntynyt tievalaisin.

## 1.2 Valaistavat kohteet

### 1.2.1 Moottoritiet

Liikennemäärästä riippumatta valaistus rakennetaan seuraavissa tapauksissa:

- tunnelit ja muut katetut tieosat,
- moottoritien aloituskohdat,
- moottoritiet taajamissa,
- osuudet, joilla liittymien nokkaväli on alle 2000 m sekä
- kahden valaistun osuuden välissä olevat valaisemattomat osuudet, joiden pituus on alle 1500 m.

Liikennemäärästä riippuen valaistuksen rakentaminen on kannattavaa seuraavissa tapauksissa:

- osuudet, jolla liikennemäärä ylittää taulukossa 1 annetun arvon,
- osuudet, jolla liikennemäärä on vähintään 60 % taulukon 1 arvosta, mutta erityiset syyt (huono linja, tasaus tai tiemerkinnot, kapeneva tienkohta, valoisa ympäristö, pysäköidyt ajoneuvot tms.) puoltavat valaisemista tai arvioinnissa halutaan ottaa huomioon ajomukavuus ja
- valaistun moottori- ja moottoriliikennetien eritasoliittymän rampit ja risteävä tie sekä levähdys- ja palvelualueet. Valaisemattomalla moottori- ja moottoriliikennetiellä valaistaan rampit ja risteävä tie sekä moottoriliikennetiellä myös päätien ajorata nokkapituuden osalla.

Taulukon 1 liikennemäärät perustuvat taulukossa 27 esitettyihin tieluokkien keskimääräisiin henkilövahinko-onnettomuusasteisiin, vuoden 2014 rakennuskustannuksiin sekä oletettuun energia- ja kunnossapitokustannusten kehitykseen.

*Taulukko 1. Liikennetaloudellisesti kannattavan tievalaistuksen liikennemäärät. Liikennemääränä käytetään 10 vuoden kuluttua vallitsevaa ennustettua liikennemäärää.*

Tieluokka	KVL (ajon/d)	
Kaksiajorataiset valta- ja kantatiet		
Moottoritie	40 000	
Nelikaistainen keskialueellinen tie tasoliittymin	20 000	
Nelikaistainen keskikaiteellinen tie	34 000	
Keskikaiteellinen ohituskaistatie	23 000	
Yksiajorataiset tiet	Liittymätiheys (kpl/km) *	
	2	5
Valta- ja kantatie	7 000	3 000
Seutu- ja yhdystie	2 500	1 500

\* ei sisällä maatalousliittymiä

Jos tien pitkäaikainen (liikennemäärästä riippuen alle 10–15 vuotta) onnettomuusaste poikkeaa merkittävästi taulukossa 27 esitetystä onnettomuusasteesta, kannattavan liikennemäärän raja voidaan laskea käyttäen Liikenneviraston excel-työkalua **ADT of cost-effective road lighting** sekä kohdassa 6.6 annettuja kustannustietoja.

### 1.2.2 Muut tiet

Liikennemäärästä riippumatta valaistus rakennetaan seuraavissa tapauksissa:

- tunnelit ja muut katetut tieosat,
- satama-alueet ja laiturit,
- avattavat sillat,
- raja-asemat,
- maantiet asemakaava-alueella ja taajamarakenteessa olevat valta- ja kantatiet,
- alle 500 m pituiset valaistujen osuuksien tai valaistujen liittymien väliset osuudet,
- vilkasliikenteisten valta- ja kantateiden keskinäiset liittymät ramppeineen sekä muut tärkeät liittymät (vilkasliikenteiselle tielle, sairaalaan, kouluun tms.),
- liikennevaloilla ohjatut liittymät ja kiertoliittymät sekä korokkeella kanavoidut liittymät sekä
- kaksiajorataisella tiellä keskikaiteen tai keskialueen aloituskohdat ja tasoliittymät, joissa vasemmalle liittymisen on sallittu, jos valaistuksen rakennuskustannukset ovat kohtuulliset. Jos aloituskohtia ei valaista, niiden näkyminen tulee varmistaa hyvin näkyvillä liikennemerkkeillä ja aloittamalla kaide näkyvyyden ja ajolinjojen kannalta mahdollisimman hyvällä tiegeometrialla ohjeen **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** mukaan.

Valaistun tiejakson tasoliittymissä sivuteiden liittymähaarat valaistaan kohdan 3.4.1 mukaan. Vähäliikenteiset liittymät valaistaan tarvittaessa kohdan 3.4.4 mukaan.

Liikennemäärästä riippuen valaistuksen rakentaminen on kannattavaa seuraavissa tapauksissa:

- osuudet, joilla liikennemäärä ylittää taulukossa 1 annetun arvon ja
- osuudet, joilla liikennemäärä on vähintään 60 % taulukon 1 arvosta, mutta erityiset syyt (huono suuntaus, kapeus, useat suojatiet, valoisa ympäristö, pysäköidyt ajoneuvot, läheinen koulu tai päiväkotitms.) puoltavat valaisemista, tai arvioinnissa halutaan ottaa huomioon ajomukavuus.

Rakennettaessa uutta valaistusta olemassa olevan jatkeeksi tai väliin, on koko jakson tavoite otettava huomioon. Vanhan valaistuksen saneerauksen kannattavuus on myös tarkistettava.

Yksittäisen liittymän valaiseminen voi olla joissakin tapauksissa tarpeellista muista syistä (mm. paljon risteävää jalankulku- ja pyöräliikennettä, läheinen koulu tai päiväkotitms.) kuin liikennetaloudellisen kannattavuuden perusteella. Tällöin on kuitenkin varmistettava, että tievalaistuksen rakennuskustannukset, erityisesti valaistuksen johtoverkon rakennuskustannukset ovat kohtuulliset.

### 1.2.3 Jalankulku- ja pyörätiet

Yleensä jalankulku- ja pyörätie sijoitetaan niin lähelle autoliikenteen ajorataa, että kumpikin voidaan valaista yhteisellä päätien valaistuksella. Pylväiden ei tarvitse olla samalla puolella tietä kuin jalankulku- ja pyörätie, jos välialue ei ole kovin leveä ( $\leq 6$  m).

Maantien jalankulku- ja pyörätie tai sellaisena toimiva rinnakkaistie valaistaan erikseen osuudella, jolla päätien valaistus ei ole riittävä. Erillistä valaistusta ei kuitenkaan tarvita, jos kevyt liikenne on vähäistä tai painottuu lähinnä kesä- ja päiväsaikaan.

Erikseen valaistun jalankulku- ja pyörätien tai rinnakkaistien valaistus ei saa haitata päätien optista ja visuaalista ohjausta. Siksi erillinen jalankulku- ja pyörätien valaistus tulee hyvin harvoin kysymykseen jos pääväylä ei ole valaistu.

## 1.3 Tievalaistuksen saneeraus

Tievalaistuksen saneeraus tulee kysymykseen, kun:

- valaisimet, pylväät tai sähkönjakolaitteet ovat elinkaarensa lopussa,
- valaistustaso on liian alhainen tieluokkaan nähden (valaistuksen alimitoitus),
- valaistus kuluttaa energiaa selvästi enemmän kuin nykyaikainen valaistus (valaistuksen ylimitoitus tai vanhanaikaisuus),
- kunnossapitokustannukset ovat kohtuuttomat,
- tietä levennetään tai siirretään tai tielle tehdään jalankulku- ja pyörätie,
- pylväät eivät ole törmäysturvallisia,
- halutaan erilainen ulkonäkö tai ilmajohdoista halutaan luopua.

Kaikki yli 20 vuotta vanhat tievalaistukset tarkastetaan ja niiden saneeraustarpeet todetaan. Uudempienkin valaistuksien osalta todetaan törmäysturvallisuus.

## 1.4 Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen

### 1.4.1 Yleistä

Tievalaistuksen ajoittaisen vähentämisen vaikutusta liikenneturvallisuuteen on tutkittu Tiehallinnon selvityksessä **Tievalaistuksen vähentämisen vaikutus onnettomuuksiin**.

Kaikki uudet ja uusittavat tievalaistukset tulee varustaa ohjauslaitteella, jolla valaistusta voidaan himmentää.

Uudisrakennuskohteissa tai kohteissa, joissa nykyinen kaapelointi uusitaan, purkauslamppuvalaisimien ohjaus toteutetaan vähintään kaksitehokuristimin ja automaattisin, valaisinkohtaisin, keskuksesta ohjattavin relein. Kohteissa, joissa kaapelointia ei uusita, kaikki purkauslamppuvalaisimet varustetaan kaksitehokuristimella ja ennakoon ohjatulla ohjausreleellä, jos saneerattava kohde on riittävän laaja.

Uudisrakennuskohteissa tai kohteissa, joissa nykyinen kaapelointi uusitaan, LED-valaisimien ohjaus toteutetaan keskuskohtaisesti. Kohteissa, joissa kaapelointia ei uusita, LED-valaisimien osalta käytetään ennakoon ohjattuja valaisinkohtaisia ohjauslaitteita, jos saneerattava kohde on riittävän laaja.

### 1.4.2 Menetelmät ja keinot

#### 1.4.2.1 Yöhimmennys

Yöhimmennys tulee toteuttaa valaistusluokkien avulla. Taulukossa 2 on esitetty valaistuksen ohjaussuosituksiset. Himmennys tulee toteuttaa niin, etteivät luminanssin tasaisuudet laske himmennuksen aikana. Valaistustason muutos saa olla maksimissaan kaksi valaistusluokkaa.

Purkauslamppuvalaisimien ohjaus toteutetaan yleensä 1-portaisena kaksitehokuristimin ja relein, esim. 250/400W, 150/250W, 100/150W ja 50/70W. Tällöin energiankulutus vähenee 25...40 % ja luminanssi laskee 35...50 %, mikä vastaa riittävän hyvin taulukon 2 arvoja. LED-valaisimien tapauksessa on suositeltavaa käyttää 2-portaista ohjausta. Tällöin sähkönkulutus vähenee ensimmäisessä portaassa yleensä 25–40 % ja toisessa 50–60 % alkuperäisestä tehosta. Himmennuksen ajanjakso sijoittuu tavallisesti aikavälille, jolloin liikennemäärät ovat vähäiset.

*Taulukko 2. Valaistuksen ajoittainen vähentäminen valaistusluokkien avulla 2-portaisella ohjaustavalla. 1-portaisessa himmennyksessä suluissa olevia väliportaita ei käytetä.*

Valaistus-luokka	Muuttuva valaistus	Jäljelle jäävä keskimääräinen luminanssi %
M1 (AL1)	M1 – (M2) – M3 – (M2) – M1	100 – (75) – 50 – (75) – 100
M2 (AL2)	M2 – (M3) – M4 – (M3) – M2	100 – (70) – 50 – (70) – 100
M3a (AL3)	M3 – (M4) – M5 – (M4) – M3	100 – (75) – 50 – (75) – 100
M3b (AL4a)	M3 – (M4) – M5 – (M4) – M3	100 – (75) – 50 – (75) – 100
M4 (AL4b)	M4 – (M5) – M6 – (M5) – M4	100 – (70) – 40 – (70) – 100
M5 (AL5)	M5 – (M6) – P5 – (M6) – M5	100 – (60) – 40 – (60) – 100
M6	M6 – P6 – M6	100 – 50 – 100
Valaistus-luokka	Muuttuva valaistus	Jäljelle jäävä keskimääräinen valaistusvoimakkuus %
P1 (K1)	P1 – (P2) – P3 – (P2) – P1	100 – (70) – 50 – (70) – 100
P2 (K2)	P2 – (P3) – P4 – (P3) – P2	100 – (75) – 50 – (75) – 100
P3 (K3)	P3 – (P4) – P5 – (P4) – P3	100 – (70) – 40 – (70) – 100
P4 (K4)	P4 – (P5) – P6 – (P5) – P4	100 – (60) – 40 – (60) – 100

Yöhimmennys lisää jonkin verran onnettomuuksia lumettomana aikana, koska himmennettäessä luminanssit ja valaistusvoimakkuudet laskevat. Himmennuksen tarkkaa vaikutusta liikenneonnettomuuksiin ei tunneta. Onnettomuuslisäys voidaan olettaa pieneksi, kun pimeän ajan liikennemäärä, erityisesti jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä, on vähäinen ja merkittäviä liittymiä on harvassa.

#### **1.4.2.2 Himmennys lumisena aikana**

Tievalaistus voidaan himmentää, kun tie on pitkähkön ajan luminen ja valaistus on himmennettävissä riittävän laajalla osuudella. Ajoradan ollessa lumen peitossa luminanssi kohoaa 200–500 % paljaaseen ja kuivaan ajorataan verrattuna. Vaikka ajorata olisi lumeton, jo pelkkä tien ympäristön lumisuus nostaa ajoradan keskimääräistä luminanssia 30–100 %. Luminanssin yleistasaisuudet sekä pitkittäistasaisuudet laskevat yleensä jonkin verran. Himmennyksestä huolimatta keskimääräisen luminanssin vaatimukset täyttyvät ja luminanssikontrastit säilyvät liikenneturvallisuuden kannalta riittävinä, jolloin voidaan olettaa, että himmentäminen ei lisää onnettomuuksia merkittävästi.

Tievalaistus suositellaan himmennettäväksi, kun tien luiskat ja tien välitön lähiympäristö ovat lumen peittämät ja tienpinta on pääosan ajasta kuiva tai luminen (pakkaskeli). Himmennys lumisena aikana tulee toteuttaa riittävän pitkissä ajanjaksoissa. Himmennys voidaan aloittaa, kun lumen oletetaan jäävän maahan vähintään viikoksi. Himmennystä ei lopeteta yhden tai kahden suojasääpäivän takia. Jos ajokaistat ovat useamman päivän märkiä lämpötilan nousun tai suolauksen vuoksi himmennys keskeytetään.

Lumisen ajan himmennyksestä saatavat energiansäästöt ovat suurimmat Itä- ja Pohjois-Suomessa.

Kun lämpötila on alle -25 °C, sähkön kysyntä voi ylittää tuotannon. Silloin tievalaistuksen sammuttaminen tai sen vähentäminen voi olla tarpeen. Kohteet on harkittava huolellisesti tapauskohtaisesti. Onnettomuuksien lisääntymistä vähentää se, että kovalla pakkasella on vähemmän jalankulkijoita ja pyöräilijöitä kuin normaalisti.

#### **1.4.2.3 Yösammutus**

##### ***Lähtökohdat ja perusteet***

Yösammutuksen sijasta tulee käyttää yöhimmennystä aina, kun se on mahdollista.

Valaistuksen sammuttaminen lisää aina onnettomuuksia autoliikenteen ja kevyen liikenteen määrästä riippumatta. Liikenneturvallisuus laskee samalle tasolle kuin valaisemattomalla tiellä ja liikenneonnettomuudet kasvavat keskimäärin 30 %. Yöllä liikennemäärä on merkittävästi päiväliikennettä pienempi, mutta yöaikaan suhteellinen onnettomuusriski on suurempi kuin yön liikennesuorite edellyttäisi. Lisäksi yösammutus voi aiheuttaa valaistun ja pimeän tien rajakohtia, joissa silmät eivät ehdi kunnolla sopeutua valaistustason muutokseen.

Sammutuksen aika on 01-04 tai 00-05. Pidempi aika soveltuu tilanteisiin, joissa sammutuksen perusteet ovat selkeät, tai kun kunta käyttää samaa sammutusaikaa viereisillä osuuksilla. Yösammutuksien yhteydessä tulee seurata onnettomuustilannetta sekä tienkäyttäjien ja ympäristön asukkaiden palautteita. Seurannan tulosten perusteella ajoitusta voidaan muuttaa sopivammaksi tai sammutuksesta voidaan luopua.

Moottoriteillä ja muilla nopean liikenteen teillä ( $\geq 100\text{ km/h}$ ) on huolehdittava, että yöksi sammutetun ja sammuttamattoman osuuden rajakohdassa on riittävä sopeutumisalue. Myös muilla nopean liikenteen teillä sopeutumisalue on suositeltava.

Yösammutus lisää onnettomuuksien lisäksi väkivaltaa, turvattomuutta, melusteiden ym. töhrimistä ja muuta ilkivaltaa sekä aiheuttaa kuljettajan väsymistä.

#### ***Yösammutuskohteiden valinta***

Yösammutusta ei käytetä avattavien siltojen, tunneleiden, valo-ohjattujen liittymien, rautatien tasoristeysten, raja-asemien eikä lossirantojen ja -laitureiden kohdalla. Myöskään kiertoliittymiä tai vaikeasti hahmotettavia liittymiä ja vilkkaasti käytettyjä kevyen liikenteen ylityspaikkoja ei sammuteta öisin. Eritasoliittymän valaistuksen sammuttaminen tulee kysymykseen melko harvoin.

Harvaanasutut alueet ovat ensisijaisia kohteita etsittäessä yöksi sammutettavia tievalaistusosuuksia.

Maaseudun moottoriteillä ja muilla vain autoliikenteelle tarkoitetuilla kaksiajorataisilla teillä:

- voidaan sammuttaa liittymien välinen osuus, jos sillä on eri keskus kuin liittymien ja risteävien teiden valaistuksilla, autoliikenteen määrä alittaa taulukossa 1 annetut rajat, eikä osuudella ole muita erityisiä syitä sen valaisemiseen (mm. huono linja, tasaus tai tiemerkinnot, kapeneva tienkohta tms.),
- voidaan sammuttaa liittymien välinen osuus ja samasta keskuksesta sähkönsä saavan eritasoliittymän valaistus, kun liittymä on muodoltaan ja viitoitukseltaan risteävän tien puolella hyvin selkeä, autoliikenteen määrä alittaa taulukossa 1 annetut rajat, eikä osuudella ole muita erityisiä syitä sen valaisemiseen.

Valaistun ja valaisemattoman osuuden rajakohtaan tulee järjestää sopeutumisalue kohdan 3.6 mukaan.

Maaseudun valta- ja kantatiet, joiden varressa on vain vähäistä asutusta eikä merkittäviä virkistys- tai työpaikkoja eikä jalankulku- ja pyörätietä:

- voidaan sammuttaa, kun autoliikenteen määrä alittaa taulukossa 1 annetut rajat.

Merkittävien liittymien ja tärkeiden kevyen liikenteen risteämispaikkojen sekä keski-kaiteen aloituskohtien valaistusta ei tule sammuttaa.

Maaseudun tiet, joiden varressa on jalankulku- ja pyörätie tai rinnakkaistie, mutta asutusta on harvassa:

- voidaan sammuttaa, jos jalankulku- ja pyörätie on jatkuva, ja mahdollinen asutus on pääosin samalla puolella tietä tai risteämisiin on alikulkuja, minkä lisäksi autoliikenteen määrä alittaa taulukossa 1 annetut rajat, eikä yöaikaiselle kevyelle liikenteelle ole erityistä lähdettä tai määrä on muuten pieni.

Maaseudun tiet, joiden varressa ei ole jalankulku- ja pyörätietä eikä rinnakkaistietä, ja asutusta on harvassa:

- voidaan sammuttaa, kun autoliikenteen määrä alittaa taulukossa 1 annetut rajat.

Maaseudun pienet asutustihentymät, joissa valaistus on tehty lähinnä viihtyvyyden, ajomukavuuden tai läheisen koulun vuoksi:

- voidaan sammuttaa, jos autoliikenteen määrä alittaa taulukossa 1 annetut rajat, eikä yöaikaiselle kevyelle liikenteelle ole erityistä lähdettä.

Taajamien lähialueet ovat toissijaisia kohteita etsittäessä sammutettavia osuuksia.

Taajamissa yösammutus voi tulla kysymykseen lähinnä taajaman ulkoreunalla, kun kevyt liikenne käyttää muita tieyhteyksiä ja tien liikennemäärä alittaa taulukossa 1 annetut rajat. Taajamassa olevan moottoritien tai muun kaksiajorataisen tien valaistusta ei sammuteta, koska autoliikennettä ja liittymiä on tavallisesti paljon ja ympäristön häiriövalo saattaa haitata tiellä näkemistä.

#### **1.4.2.4 Sytytys- ja sammutusaikojen hienosäätö**

Maanteiden valaistuksissa on käytössä ohjausjärjestelmä, joka mahdollistaa tarkempien sytytys- ja himmennysaikojen valinnan. Ohjausjärjestelmällä on pystytty siirtämään iltojen sytytystä myöhäisemmäksi sekä aikaistamaan aamujen sammutusta verrattuna vanhaan ohjausjärjestelmään. Toimenpiteillä on saavutettu 4 % vuotuiset energiansäästöt.

Kaikkien valaistuksien tapauksessa on varmistettava, että valaistus ei ole tarpeettomasti päällä, esim. syttyen liian aikaisin tai sammuen liian myöhään.

Lisäenergiansäästöjen saavuttamiseksi joillakin hiljaisemmillä tieosuuksilla valaistuksen sytytys- ja sammutusaikoja voidaan hienosäätää entisestään laskemalla sytytyksen ja sammutuksen valaistusvoimakkuustasoja keskuskohtaisesti. Lisätoimenpiteillä saavutettavat säästöt ovat kuitenkin melko pieniä.

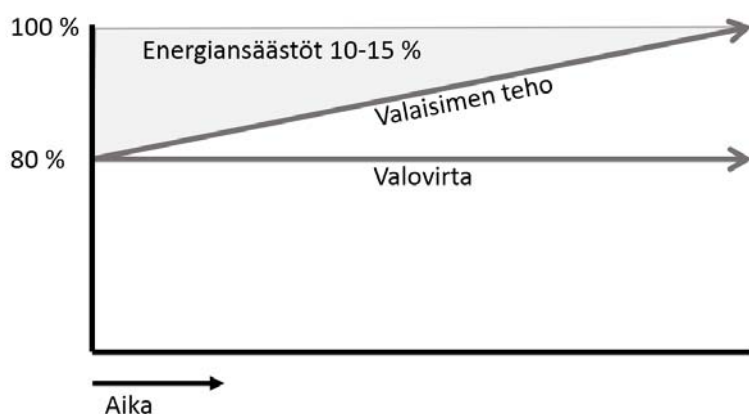
### **1.4.3 Ohjaustavat**

#### **1.4.3.1 Vakiovalovirta**

Valaisimien osalta voidaan käyttää vakiovalovirtaohjausta, jotta valovirran aleneman aiheuttama alkuvaiheen valaistustason ylitysoitus saadaan minimoiduksi. Vakiovalovirtaohjauksessa valovirta pyritään pitämään samana koko elinkaaren aikana ja valaisimen tehoa lisätään valonlähteen vanhetessa.

Vakiovalovirtaa käytettäessä valaisimen nimellisteho tarvitaan vasta elinkaaren lopussa. Kuvasta 1 nähdään, että elinkaaren alussa, valovirran aleneman ollessa hyvin vähäinen, valaisin on himmennetty eli valovirta on pienempi kuin ilman vakiovalovirtaohjausta. Vakiovalovirtaohjauksella päästään keskimäärin pienempään tehonkulutukseen valaisimen koko elinkaaren aikana verrattuna valaistukseen ilman vakiovalovirtaohjausta. Yleensä vakiovalovirtaohjausta käytetään LED-valaistuksissa.





Kuva 1. Esimerkki vakiovalovirran toiminnasta.

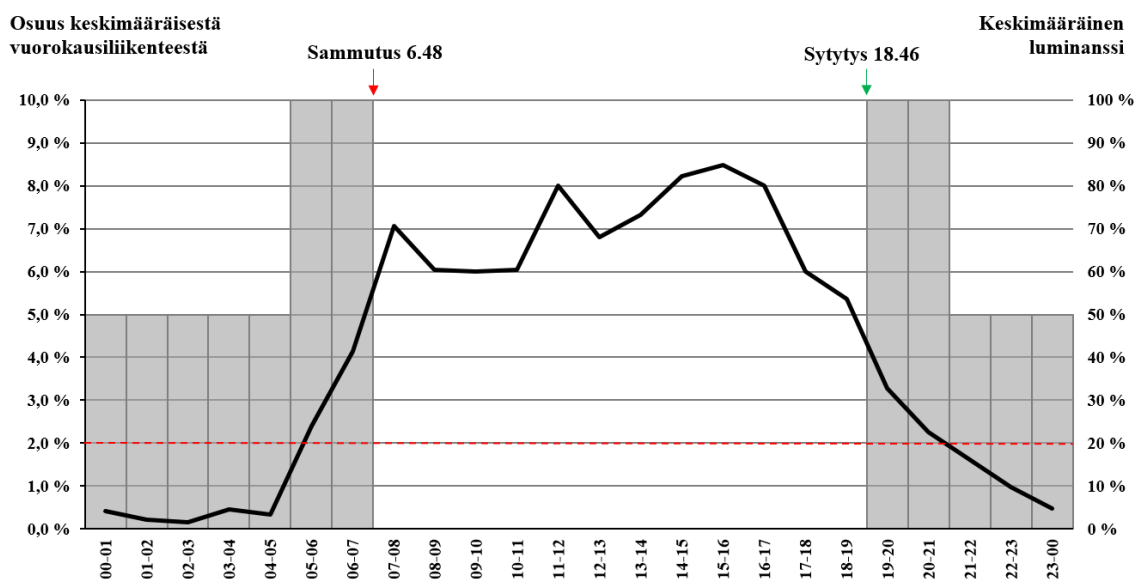
Valaistusteknisissä laskennoissa vakiovalovirtaohjaus tulee ottaa huomioon joko käyttämällä valaisimen vakiovalovirta-arvoa ja likaantumisen aiheuttamaa alenemakerrointa tai valaisimen normaalia valovirta-arvoa ilman vakiovalovirtaohjausta ja kohdan 2.5 alenemakerrointa. Vakiovalovirtaohjaus vaikuttaa valaistusasennuksen hoitokustannuksiin, mutta ei enimmäispylväsväliin.

Valaisimen likaantuminen tulee aina ottaa huomioon alenemakerrointa määritellessä.

#### 1.4.3.2 Kiinteät himmennysportaat

Yöhimmennys voidaan toteuttaa 1- tai 2-portaisena pudottamalla valaistusluokkaa korkeintaan kahdella taulukon 2 mukaisesti.

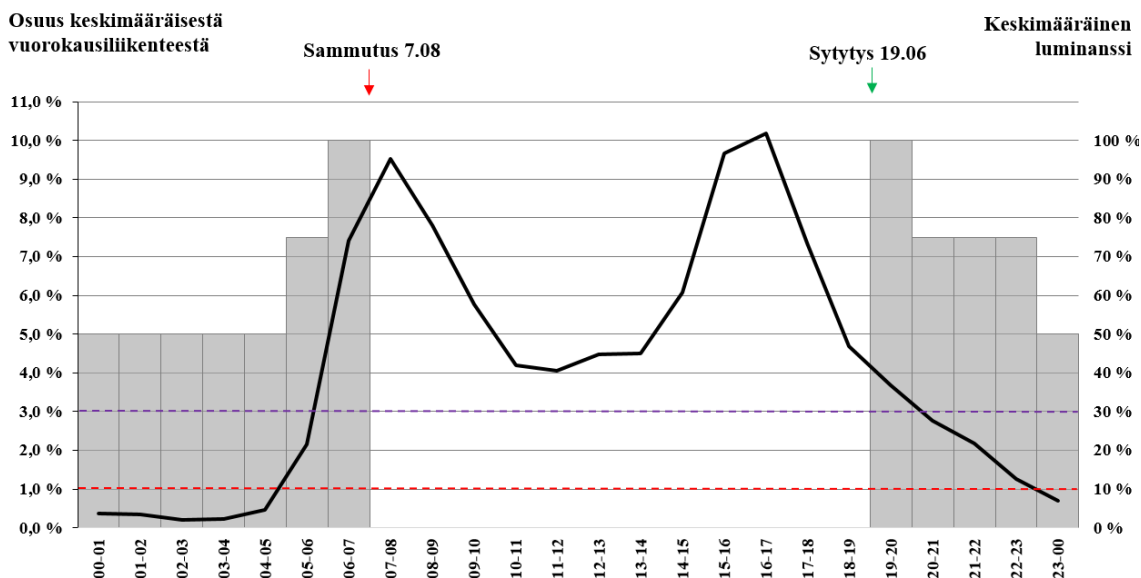
Kuvan 2 1-portaisessa ohjaustavassa himmennys toteutetaan pudottamalla valaistusluokkaa kahdella, kun tuntiliikenne alittaa 2 % KVL:stä.



Kuva 2. Esimerkki 1-portaisesta ohjaustavasta tuntiliikenteen vaihtelun mukaan. Kt 73 Lieksa, 8.10.2013. Himmennyksen raja 2 % KVL:stä (punainen katkoviiva). Muuttuva valaistus M3b-M5-M3b.

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

Kuvan 3 2-portaisessa ohjaustavassa himmennys toteutetaan pudottamalla valaistusluokkaa yhdellä, kun tuntiliikenne alittaa 3 % KVL:stä ja toisella, kun tuntiliikenne alittaa 1 % KVL:stä,



Kuva 3. Esimerkki 2-portaisesta ohjaustavasta tuntiliikenteen vaihtelun mukaan. Vt 1 Palojärvi, 8.10.2013. Himmennysten rajat 3 % (violetti katkoviiva) ja 1 % (punainen katkoviiva) KVL:stä. Muuttuva valaistus M3a-M4-M5-M4-M3a.

Himmennys toteutetaan yleensä ennakoon ohjatulla kelloajastimella arkipäivän keskimääräisen tuntiliikenteen vaihtelun mukaan. Ohjaus voidaan myös toteuttaa reaaliaikaisesti mitattujen liikennemäärätietojen perusteella.

### 1.4.3.3 Älykäs ohjaus

Muuttuvan tievalaistuksen älykäs ohjausjärjestelmä muuttaa automaattisesti ja portaattomasti valaistustasoa ottaen huomioon vallitsevat tie- ja liikenneolot, tienpinnan ominaisuudet ja olotilan sekä valonlähteiden valovirran. Tiellä on muuttuvaa tarvetta vastaava luminanssi, joka tuotetaan minimisähkökulutuksella. Ohjausjärjestelmä antaa palautetietoja toiminnan seurantaan ja kunnossapitotöiden ohjelmointia varten.

Älykkäät ohjausjärjestelmät suunnitellaan yleensä hankekohtaisesti ja näiden toimivuus- ja tuotevaatimukset ovat hyvin riippuvaisia valaistavasta kohteesta.

Älykkään ohjausjärjestelmän yleisimmät ohjausparametrit ovat:

- liikennemäärä ajon./5 min,
- liikennevirran nopeus,
- sääolosuhteet ja
- tien päällysteen ominaisuudet ja olotila (tumma, vaalea, kuiva, märkä, suolainen, luminen).

## 2 Valaistustekniset vaatimukset

### 2.1 Yleiset näkemisen perusteet

Valaistuksen on oltava tasoltaan sellainen, että tienkäyttäjä havaitsee ajoissa tiellä tai sen välittömässä läheisyydessä olevan esteen, sekä saa oikean käsityksen omasta asemastaan, liikkeestään ja nopeudestaan tiehen sekä muihin tienkäyttäjiin verrattuna. Edelleen tienkäyttäjän tulee saada oikea kuva tiestä ja sen jatkuvuudesta. Toisaalta valaistus ei saa häiritä kulkijoita tai oleskelijoita.

Kevyen liikenteen valaistusvaatimukseen kuuluu myös autoilijoiden tarve nähdä jalankulkijat ja pyöräilijät.

Tiellä tai sen vieressä olevan esteen tai esineen voi havaita silloin, kun taustan ja esteen välillä on riittävä luminanssikontrastiero. Myös värikontrasteilla on vaikutusta kohteiden, erityisesti jalankulkijoiden havaitsemiseen, jos valonlähteen värinvalinto-ominaisuudet ovat hyvät.

Tievalaistusta käytettäessä tiellä sijaitsevat esteet ja kohteet näkyvät yleensä tummana vaaleata taustaa vasten, valaisimien valaistessa suuremmaksi osaksi tienpintaa ja vähemmän pystysuoria pintoja. Ajoneuvojen valot valaisevat esteiden ja kohteiden pystypintoja, jolloin ne erottuvat yleensä vaaleana tummaa taustaa vasten.

Koska näkemisvaatimukset vaihtelevat erilaisissa liikenneolosuhteissa, on valaistustason muututtava samassa suhteessa. Käytännön suunnittelua varten valaistus jaetaan luokkiin, jotka määritellään valaistusteknisten perusteiden avulla. Tällöin näitä luokkia voidaan käyttää sopivasti vaihdellen eritasoisilla teillä ja kaduilla.

Iän myötä ihmissilmän mykiö kellastuu. Suurin muutos tapahtuu lyhyiden aallonpituuksien alueella, jossa mykiön läpäisevyys laskee huomattavasti. Myös kuljettajan kokema häikäisyn subjektiivinen vaikutelma kasvaa iän myötä. Ikänäön vaikutuksia liikenneturvallisuuteen erilaisissa tievalaistusolosuhteissa ei toistaiseksi tunneta riittävän hyvin.

Heikkonäköiset kärsivät häikäisystä ja tarvitsevat muita paremman kontrastin. Heille kontrastilla on yleensä suurempi merkitys kuin valaistustasolla.

Tämän luvun valaistustekniset vaatimukset ovat standardin SFS-EN 13201-2 mukaiset. Vaatimukset perustuvat fotooppiseen fotometriaan.

## 2.2 Valaistusteknilliset suureet

### 2.2.1 Keskimääräinen luminanssi $L_m$

Keskimääräinen luminanssi  $L_m$  ( $\text{cd/m}^2$ ) osoittaa, miten valoisalta tienpinta näyttää. Se on koko ajoradan luminanssiarvojen aritmeettinen keskiarvo. Havaintaja sijoitetaan jokaisen kaistan keskelle ja pienin arvo on mitoittava.

Keskimääräisen luminanssin nostaminen pidentää näköetäisyyttä, parantaa havaitsemista ja suhteellisen liikkeen arviointia sekä lyhentää reaktioaikaa.

### 2.2.2 Luminanssin yleistasaisuus $U_o$

Yleistasaisuus  $U_o$  vaikuttaa näkösuorituskykyyn. Se lasketaan koko ajoradan pienimmän ja keskimääräisen luminanssin osamääränä jokaiselle havaintajan sijainnille. Pienin arvo on mitoittava.

Sateen aikana, tai tienpinnan ollessa muuten märkä, näkemisolosuhteet ovat huomattavasti huonommat kuin tienpinnan ollessa kuiva. Märkä tienpinta lisää tienpinnan peilimäisyyttä, jolloin luminanssin yleistasaisuus laskee. Lisäksi tienpinnan heijastusominaisuudet muuttuvat jatkuvasti tienpinnan joko kuivuessa tai kastuessa lisää. Kohtuullisten näkemisolosuhteiden takaamiseksi märän tienpinnan tapauksessa käytetään yleistasaisuusvaatimusta  $U_{ow}$ .

### 2.2.3 Luminanssin pitkittäistasaisuus $U_l$

Pitkittäistasaisuus  $U_l$  on merkittävä ajo- ja näkömukavuuden kannalta. Se lasketaan kunkin kaistan keskellä olevan havaitsemispisteen kautta kulkevalla pitkittäissuuntaisella suoralla olevien pienimmän ja suurimman luminanssin osamääränä. Pienin arvo on mitoittava.

### 2.2.4 Häikäisy $f_{\Pi}$

Estohäikäisyn näkemistä heikentävä vaikutus on mitattavissa silmän kontrastinerotuskyvyn muuttumisena  $f_{\Pi}$  (%). Se lasketaan uusilla valonlähteillä (alenemakerroin 1,00) jokaiselle kaistalle, ja suurin arvo on mitoittava.

### 2.2.5 Vierialueen valaistusvoimakkuus $R_{EI}$

Suhdeluku  $R_{EI}$  on ajoradan vieressä olevan, ajokaistan levyisen alueen keskimääräinen valaistusvoimakkuus jaettuna ajoradalla sijaitsevan lähimmän ajokaistan keskimääräisellä valaistusvoimakkuudella.  $R_{EI}$ -arvo lasketaan ajoradan molemmin puolin ja pienin arvo on mitoittava. Kaksiajorataista tietä tarkastellaan yksiajorataisena tienä keskialueen leveydestä riippumatta.

### 2.2.6 Valaistusvoimakkuus

#### *Vaakatason valaistusvoimakkuus*

Vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus  $E_{hm}$  (lx) on valovirta pinta-alayksikköä kohti. Se on vaakatasssa olevan tarkasteltavan pinnan (esim. ajoradan pinta) laskettujen valaistusvoimakkuuksien aritmeettinen keskiarvo.

Valaistusvoimakkuuksia käytetään tievalaistuksen laadunvalvonnassa, koska yleensä mittaushetkellä päällysteen heijastusominaisuuksia ei tunneta. Valaistustekniset laadunvalvontamittaukset tulee tehdä Liikenneviraston ohjeen **Valaistustekniset laadunvalvontamittaukset** mukaan.

#### ***Pystytason valaistusvoimakkuus***

Pystytason keskimääräinen valaistusvoimakkuus  $E_{vm}$  (lx) on valovirta pinta-alayksikköä kohti. Se on pystytasossa olevan tarkasteltavan pinnan laskettujen valaistusvoimakkuuksien aritmeettinen keskiarvo.

#### ***Puolipallovalaistusvoimakkuus***

Puolipallovalaistusvoimakkuus  $E_{hs}$  (lx) on pienen pallonpuolikkaan pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus. Se on merkittävä kolmiulotteisten kohteiden: esteiden, kohoutumien, kolojen yms. havaitsemisen kannalta.

#### ***Puolisylinterivalaistusvoimakkuus***

Puolisylinterivalaistusvoimakkuus  $E_{sc}$  (lx) on pystyssä olevan pienen sylinterinpuolikkaan pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus. Kasvojen korkeudella mitattuna se on vaikuttava tekijä kasvojen tunnistamisen kannalta.

#### ***Yläpuolinen valo***

Valaisimien yläpuolinen käyttöhyötysuhde ( $R_{UL}$ ) on vaakatason yläpuolelle menevän valovirran osuus koko valaisimen lähettämästä valovirrasta. Sitä käytetään tarkasteltaessa tie- ja aluevalaistuksen tuottamaa häiriövaloa.

Ylä- ja alapuolinen käyttöhyötysuhde ilmoitetaan tie- ja puistovalaisimien valonjakominaisuuksien mittaustuloksissa. Valonheittinasennuksissa on laskettava erikseen ylä- ja alapuoliset valaistusvoimakkuusarvot sekä niistä yläpuolinen käytösuhde.

### **2.2.7 Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus**

Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus  $U_o$  lasketaan koko alueen pienimmän  $E_{min}$  ja keskimääräisen valaistusvoimakkuuden  $E_m$  osamääränä.

Valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus  $U_d$  lasketaan koko alueen pienimmän  $E_{min}$  ja isoimman valaistusvoimakkuuden  $E_{max}$  osamääränä.

### **2.2.8 Häikäisy $R_G$**

Aluevalaistuksen häikäisyn voimakkuuden kuvaamiseksi käytetään erityistä luokituslukua  $R_G$ . Luku  $R_G$  on riippuvainen valaisimien ja ympäristön tuottamista harso-luminansseista. Häikäisyn suuruus riippuu valaisimien valonjaosta, valaisimien määrästä, sijainneista ja asennuskorkeuksista sekä ympäristön luminansseista.

Häikäisy  $R_{GL}$  on suurin häikäisyarvo, jota on käsitelty ratojen osalta kohdassa 8.4.4.

### 2.2.9 Värintoistoindeksi $R_a$

Värintoistoindeksi kuvaa kuinka hyvin ja oikein valonlähde toistaa värejä. Värintoistoindeksi  $R_a$  on kahdeksan suositetun värinäytteen erikoisindeksien aritmeettinen keskiarvo ja sen maksimi-arvo on 100.

## 2.3 Valaistusluokat

### 2.3.1 Yleistä

Tie- ja katuvalaistuksen liikenneturvallisuutta ja ympäristöä parantavat vaikutukset saadaan aikaan sopivan valaistusluokan avulla. Valaistus pysyy luokassaan, kun valaistusteknilliset ominaisuudet täyttävät näkemisen ja havaitsemisen edellyttämät vaatimukset ja ovat keskenään oikeassa suhteessa. Autoilijat arvostavat ominaisuuksia järjestyksessä luminanssin tasaisuus, keskimääräinen luminanssi ja häikäisyn rajoitus.

### 2.3.2 M-luokat

M-luokat on tarkoitettu kuivalla ja märällä päällysteellä moottoriajoneuvon kuljettajille teillä ja kaduilla.

Jotta keskimääräinen luminanssi ei alittaisi vaatimuksia ennen kunnossapitotoimia, valaistusteknillisissä laskennoissa käytetään kohdan 2.5 mukaista alenemakerrointa.

Maanteillä käytetään taulukon 3 mukaisia, luminanssiin perustuvia, M-luokkia. Valaistusteknillinen laskenta on tehtävä ohjelmalla, joka täyttää standardin SFS-EN 13201-3 vaatimukset. Mitoittava kuiva päällyste on R2 ja märkä W3. Jos kohteessa käytetään edellisestä poikkeavaa (vaaleusaste ja peilimäisyys) hankekohtaisesti valittua päällystettä, sen heijastusominaisuudet mitataan luvun 6.2.5 mukaan. Valaistusluokan kaikkien valaistusteknillisten vaatimusten tulee täytyä. Valaistusteknilliset laskennat on esitetty tarkemmin kohdassa 6.2.6.

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015***Taulukko 3. M-luokat. Suluissa on esitetty vuoden 2006 valaistusohjeen vastaavat AL-luokat.*

Valaistus-luokka	Kuivan ja märän ajoradan luminanssi				Esto-häikäisy	Vieri-alueen valaistus
	Kuiva			Märkä	Kuiva	
	L <sub>m</sub> cd/m <sup>2</sup> min	U <sub>o</sub> min	U <sub>l</sub> min	U <sub>ow</sub> min	f <sub>TI</sub> %, max	R <sub>EI</sub> min
M1 (AL1)	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,40
M2 (AL2)	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,40
M3a (AL3)	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,40
M3b (AL4a)	1,00	0,40	0,40	0,15	15	0,40
M4 (AL4b)	0,75	0,40	0,40	0,15	15	0,40
M5 (AL5)	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,40
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	15	0,40

**2.3.3 C-luokat**

C-luokat on tarkoitettu moottoriajoneuvon kuljettajille ja muille tienkäyttäjille konfliktialueilla, kiertoliittymissä ja mutkikkaissa tasoliittymissä yms. alueilla, missä luminanssiin perustuva tarkastelu ei ole käyttökelpoinen. Tämä toteutuu, kun näkyvissä olevan, säännöllisen ajoradan osan pituus on alle 60 m.

*Taulukko 4. C-luokat. Suluissa on esitetty vuoden 2006 valaistusohjeen vastaavat AE-luokat.*

Valaistusluokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	$E_{hm}$ lx, min	$U_o$ min
Co (AE0)	50	0,40
C1 (AE1)	30	0,40
C2 (AE2)	20,0	0,40
C3 (AE3)	15,0	0,40
C4 (AE4)	10,0	0,40
C5 (AE5)	7,50	0,40

Jotta keskimääräinen valaistusvoimakkuus ei alittaisi vaatimuksia ennen kunnossapitotoimia, valaistusteknisissä laskennoissa käytetään kohdan 2.5 mukaista alene-makerrointa.

C-luokissa, aina kun se on mahdollista, tulee käyttää estohäikäisyvaatimuksia, jotka on esitetty taulukossa 3. M-luokkien ja C-luokkien vastaavuus on esitetty taulukossa 5.

*Taulukko 5. Luminanssi- ja valaistusvoimakkuusluokkien vastaavuus. Suluissa on esitetty vuoden 2006 valaistusohjeen vastaavat valaistusluokat.*

Luminanssi	Valaistusvoimakkuus
M1 (AL1)	C1 (AE1)
M2 (AL2)	C2 (AE2)
M3a (AL3)	C3 (AE3)
M3b (AL4a)	C3 (AE3)
M4 (AL4b)	C4 (AE4)
M5 (AL5)	C5 (AE5)

### 2.3.4 P-luokat

P-luokat on tarkoitettu jalankulkijoille ja pyöräilijöille jalkakäytävillä, jalankulku- ja muilla alueilla ajoradan vieressä sekä asunto- ja pihakaduille, jalankulkukaduille, pysäköintialueille ja pihaille.

Maanteihin liittyvillä jalankulku- ja pyöräteillä käytetään P-luokkia. Jos vaakatason valaistusvoimakkuuden sijasta halutaan käyttää vaihtoehtoisesti puolipallovalaistusvoimakkuutta, luokka valitaan standardin SFS-EN 13201-2 mukaan ja esitetään rakennussuunnitelmassa.

Jotta keskimääräinen valaistusvoimakkuus ei alittaisi vaatimuksia ennen kunnossapitotoimia, valaistusteknisissä laskennoissa käytetään kohdan 2.5 mukaista alenemakerrointa.

Hankekohtaisesti P-luokissa voidaan käyttää estohäikäisyvaatimusta  $f_{TI} \leq 20 \%$ .

*Taulukko 6. P-luokat. Suluissa on esitetty vuoden 2006 valaistusohjeen vastaavat K-luokat.*

Valaistusluokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	$E_{hm}^{1)}$ lx, min	$E_h$ lx, min
P1 (K1)	15,0	3,00
P2 (K2)	10,0	2,00
P3 (K3)	7,50	1,50
P4 (K4)	5,00	1,00
P5 (K5)	3,00	0,60
P6 (K6)	2,00	0,40

1) Riittävän tasaisuuden takaamiseksi hankekohtainen keskiarvo ei saa ylittää 1,5-kertaista luokan edellyttämää keskiarvon minimiä.



### **2.3.5 Lisäluokat**

Sellaisissa tilanteissa, joissa estohäikäisyn rajoittamiseksi  $f_{H1}$ -arvoa ei voida laskea, suunnittelu tehdään valovoiman määrän ja suuntauksen avulla. Perusteena käytetään standardin SFS-EN 13201-2 liitettä A ja tulos esitetään rakennussuunnitelmassa.

Jos jalankulkijoille tarkoitetuilla alueilla halutaan vähentää rikollisuutta ja turvattomuuden tunnetta sekä parantaa vastaantulevien jalankulkijoiden kasvojen tunnistusta, vaakatason valaistusvoimakkuuden lisäksi voidaan käyttää puolisynterivalaistusvoimakkuutta. Luokka valitaan standardin SFS-EN 13201-2 mukaan ja esitetään rakennussuunnitelmassa.

Jos pystysuoria pintoja halutaan korostaa (esim. liittymäalueet ja suojatiet), suunnittelussa voidaan käyttää lisäksi pystytason valaistusvoimakkuutta. Luokka valitaan standardin SFS-EN 13201-2 mukaan ja esitetään rakennussuunnitelmassa.

## 2.4 Valaistusluokan valinta

### 2.4.1 Autoliikenteen valaistusluokat

#### 2.4.1.1 Maantiet

Valaistusluokka riippuu tien ja liikenteen ominaisuuksista. Maanteiden tyypillisimmät valaistusluokat ovat taulukon 7 mukaiset silloin, kun tievalaistus on kannattava taulukon 1 liikennemäärän perusteella tai valaistus tarvitaan sijainnin takia kohtien 1.2.1-1.2.3 mukaan.

Valaistusluokka tulisi valita taulukon 8 avulla, kun kysymyksessä on yksiajoratainen tie taajamassa tai tien nopeustaso, liikennemäärä tai olosuhteet ovat tietyypille poikkeavia.

*Taulukko 7. Maanteiden valaistusluokat. M- ja AL-valaistusluokkien vastaavuus on esitetty taulukossa 3.*

TIELUOKKA	VALAISTUSLUOKKA
<b>KAKSIAJORATAISET VALTA- JA KANTATIET</b>	
<i>Nelikaistainen keskialueellinen tai keskikaiteellinen moottoritie</i>	
Taajamassa (ohi- tai läpikulkutie)	M2
Maaseudulla	M3a
<i>Keskikaiteellinen ohituskaistatie</i>	
Maaseudulla	M3b
<i>Nelikaistainen keskialueellinen tie</i>	
Taajamassa (ohi- tai läpikulkutie)	M2
Maaseudulla	M3a
<i>Kaksikaistainen keskikaiteellinen tie</i>	
Maaseudulla	M3b
<b>YKSIAJORATAISET TIET MAASEUDULLA</b>	
Valta- ja kantatiet	M3b
Seutu- ja yhdystiet	M4

Uusilla teillä liikennemääränä käytetään 10 vuoden kuluttua vallitsevaa ennustettua arvoa. Olemassa olevilla teillä käytetään liikenneasemilta saatavia tietoja.

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

Taulukko 8. M-valaistusluokan valintaparametrit.

PARAMETRI	VAIHTOEHDOT	KUVAUS		PAINO-ARVO $V_w$
Suunnittelu-nopeus tai nopeusrajoitus	Hyvin suuri	120 km/h		2
	Suuri	80, 100 km/h		1
	Kohtalainen	60 km/h		0
	Pieni	50 km/h		-1
	Hyvin pieni	30, 40 km/h		-2
Liikennemäärä		Kohteen keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL)		
	Suuri	$KVL \geq 12\ 000$		1
	Kohtalainen	$4\ 000 \leq KVL < 12\ 000$		0
	Pieni	$KVL < 4000$		-1
Liikenteen koostumus	Sekaliikenne, suuri osa kevytliikennettä	Pyöräilijät, jalankulkijat, pysäköidyt ajoneuvot		2
	Sekaliikenne			1
	Vain moottori-ajoneuvoja			0
Erilliset ajoradat	Ei			1
	Kyllä			0
Liittymätiheys		Tasoliittymiä/km (ilman maatalousliittymiä)	Eritasoliittymät, risteyssiltojen välimatka, km	
	Suuri	5	$< 3$	1
	Kohtalainen	2	$\geq 3$	0
Ympäristön valoisuus	Valoisa	Taajama (valaistu rinnakkaiskatu tai valaistu kenttä, liikkeiden ikkunoita tai mainoksia tai muu keskusta-alue)		1
	Pimeä	Maaseutu		0
Ajosuoritus	Vaikea	Vaativa sekoittumisalue, poikkeava geometria, tms.		1
	Normaali			0

Taulukosta 8 valitaan eri parametrien painoarvot ( $V_w$ ) ja lasketaan niiden summa  $V_{ws}$ . Jos parametrien painoarvojen summa  $V_{ws}$  on negatiivinen, käytetään arvoa 0. Valaistusluokka on  $M = 6 - V_{ws}$  (esim.  $M = 6 - 2 = 4$ , valaistusluokka on M4). Jos  $M \leq 0$ , valaistusluokaksi valitaan M1. Valaistusluokan M3 tapauksessa valitaan joko M3a- tai M3b-luokka tieluokan ja valaistustarpeen mukaan.

Jos valaistusluokkaa ei voida määritellä luminanssin perusteella, käytetään C-luokkia. M- ja C-luokkien vastaavuus on taulukossa 5.

**2.4.1.2 Kadut**

Jos kunnalla ei ole omaa ohjetta kadun valaistusluokan valintaan, käytetään taulukkoa 9. Valaistusluokan valinnassa voidaan käyttää apuna taulukkoa 8.

*Taulukko 9. Katujen valaistusluokat. M- ja AL-valaistusluokkien vastaavuus on esitetty taulukossa 3.*

KATULUOKKA	VALAISTUSLUOKKA
<b>PÄÄKADUT</b>	
<i>Nelikaistainen keskialueellinen katu tasoliittymän</i>	
Keskustassa	M2
Muilla alueilla	M3a
<i>Kaksikaistainen katu</i>	
Keskustassa	M3a
Muilla alueilla	M4
<b>KOKOOJAKADUT</b>	
Keskustassa	M3b
Muilla alueilla	M4
<b>TONTTIKADUT</b>	
Keskustassa	M4
Muilla alueilla	M5

**2.4.1.3 Tasoliittymät**

Valaistun tien tasoliittymän valaistuksen mitoituksen ja suunnittelun lähtökohtana on sama valaistusluokka kuin päätien linjalla, jos kohta 3.7 Suojatiet ei edellytä parempaa valaistusta.

Jos vain liittymä valaistaan, valaistusluokan tulee olla M3b, kun nopeakäyttö on  $\geq 80$  km/h. Jos nopeakäyttö on  $\leq 60$  km/h, valaistusluokka on M4. Alimpien toiminnallisten luokkien teillä, joilla on alhainen ajonopeus ja pieni liikennemäärä valaistusluokka on M5, ja toteutustapa kuvan 15 mukainen.

**2.4.1.4 Kiertoliittymät**

Kiertoliittymä valaistaan aina. Tielinjalla käytetty luminanssiperiaate ei ole käyttökelpoinen valaistustason laskentaperuste, koska liittymässä on useita havaitsemisuuntia, katseluetäisyydet ovat lyhyitä ja kohteet yleensä suoraan näkyvissä (ei silhouetteina).

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

Kiertoliittymien osalta käytetään C-valaistusluokkia. Kiertoliittymän valaistusluokan on oltava vähintään sama kuin korkein liittyvien teiden valaistusluokista. M- ja C-luokkien vastaavuus on taulukossa 5. On kuitenkin suositeltavaa, että kiertoliittymän valaistusluokka on yhden valaistusluokan korkeampi kuin korkein liittyvien teiden valaistusluokista. Tällöin, jos liittyvien teiden korkein valaistusluokka on M1, käytetään kiertoliittymän osalta valaistusluokkaa Co.

**2.4.1.5 Eritasoliittymät**

Eritasoliittymien ramppien valaistusluokat valitaan taulukon 10 avulla.

*Taulukko 10. Eritasoliittymän ramppien valaistusluokka.*

Päätie	Sivutie	Rampit
M1	M1	M1
	M2	M2
	M3a	M3a
	M3b	M3b
	M4	M3b
M2	M1	M2
	M2	M2
	M3a	M3a
	M3b	M3b
	M4	M3b
M3a	M1	M3a
	M2	M3a
	M3a	M3a
	M3b	M3b
	M4	M3b
M3b	M1	M3b
	M2	M3b
	M3a	M3b
	M3b	M3b
	M4	M4
M4	M1- M4	M4
valaisematon	M1-M4	M4

Jos päätien osalta vain eritasoliittymäalue valaistetaan, valaistusluokan tulee olla M3b.

**2.4.1.6 Sopeutumisalueet**

Sopeutumisalueen keskimääräinen luminanssi on 20–40 % tien valaistusluokan arvosta.

#### **2.4.1.7 Linja-autopysäkit**

Valaistun tien linja-autopysäkeillä käytetään samaa valaistusluokkaa kuin tie-linjalla. Yleensä linja-autopysäkit saavat riittävästi valoa päätien valaistuksesta ilman lisävalaisimia.

Jos valaisemattoman tien pysäkit valaistaan erikseen, valaistusluokka on P4.

#### **2.4.1.8 Maanteiden pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueet**

Valaistun tien palvelualueiden ramppien valaistusluokka valitaan kuten eritaso-liittymässä, taulukko 10.

Valaistun tien yhteydessä sijaitsevien pysäköinti- ja levähdysalueiden valaistusluokka on C4, valaisemattoman tien vastaavasti P4.

Keskeisten toiminta-alueiden valaistusluokka on käyttötarkoituksen mukaan C2-Co kuten ulkotyöalueiden valaistusstandardissa SFS-EN 12464-2 tarkemmin esitetään.

Valaistuun tiehen välittömästi liittyvät, lisäkaistamaiset alueet saavat riittävästi valoa päätien valaisimista.

#### **2.4.2 Jalankulku- ja pyörätiet sekä muut vastaavat alueet**

Jalankulku- ja pyöräteiden sekä muiden kevyen liikenteen alueiden valaistusluokkien valintaperiaatteet ovat taulukossa 11.

Jos taulukko 11 ei sovellu kohteeseen väylän tai alueen ja liikenteen ominaisuuksien ollessa tavallisesta poikkeavat, valaistusluokka valitaan taulukon 12 avulla.

Taulukosta 12 valitaan eri parametrien painoarvot ( $V_w$ ) ja lasketaan niiden summa  $V_{ws}$ . Jos parametrien painoarvojen summa  $V_{ws}$  on negatiivinen, käytetään arvoa 0. Valaistusluokka on  $P = 6 - V_{ws}$  (esim.  $P = 6 - 2 = 4$ , valaistusluokka on P4). Jos  $P = 0$ , valaistusluokaksi valitaan P1.

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

Taulukko 11. Jalankulku- ja pyöräteillä sekä muilla kevyen liikenteen alueilla käytettävät valaistusluokat. P- ja K-valaistusluokkien vastaavuus on esitetty taulukossa 6.

VÄYLÄ TAI ALUE	VALAISTUS-LUOKKA	VÄYLÄ TAI ALUE	VALAISTUS-LUOKKA
<b>KÄVELYKADUT</b> <i>Keskustassa</i> Vain kevytliikenne Huoltoajo sallittu	P2 P1	<b>ERILLISET JALANKULKU- JA PYÖRÄTIET</b> Vilkkaat Vähäliikenteiset, ei sekaliikennettä	P4 P6
<i>Muilla alueilla</i> Vain kevytliikenne Huoltoajo sallittu	P3 P2	<b>ALIKULKUKÄYTÄVÄT</b> (ks. 3.11.2)	C4
<b>Maaseututaajamat</b> Vain kevytliikenne Huoltoajo sallittu	P3, P4 P2	<b>ULKOILUTIET</b> Puistokäytävät Hiihtoladut, pururadat	P3 P4
<b>HIDAS- JA PIHAKADUT</b> Vilkkaat Vähätoimintaiset	P2 P4, P5	<b>PYSÄKÖINTIALUEET</b> Vilkkaat Vähäliikenteiset	P2 P4
<b>JALANKULKUALUEET KESKUSTASSA, TORIT JA AUKIOT</b>	P1, P2		

Taulukko 12. P-valaistusluokan valintaparametrit.

PARAMETRI	VAIHTOEHDOT	KUVAUS	PAINOARVO V <sub>w</sub>
Nopeus	Pieni	$v \leq 40 \text{ km/h}$	1
	Hyvin pieni	Kävelynopeus	0
Liikennemäärä	Suuri		1
	Kohtalainen		0
	Pieni		-1
	Hyvin pieni		-2
Liikenteen koostumus	Mopot tai huoltoajo sallittu		2
	Vain jalankulkijat ja pyöräilijät		1
	Jalkakäytävä		0
	Pyörätie		0
Pysäköidyt ajoneuvot	On		1
	Ei ole		0
Ympäristön valoisuus	Valoisa	Taajama	1
	Pimeä	Maaseutu	0

## 2.5 Alenemakerroin

Valaistussuunnittelun valaistusteknisissä laskennoissa tulee aina käyttää alenemakerrointa. Alenemakertoimella pyritään varmistamaan, että valaistusasennus täyttää kaikki valaistustekniset vaatimukset asennuksen koko elinkaaren aikana ottaen huomioon suunnitellut kunnossapitotoimenpiteet. Alenemakerroin määräytyy valituista valaistuslaitteista ja asennusympäristöstä. Alenemakertoimen määrittelyssä tulee aina ottaa huomioon valaisimen likaantuminen sen eliniän aikana.

*Taulukko 13. Alenemakertoimet valonlähdetyppeittäin kotelointiluokan ollessa vähintään IP65.*

Valonlähde	Perusarvo	Liikenneympäristö	
		Puhdas	Likainen
Suurpainenatrium 100-400W	0,80	0,85	0,75
Suurpainenatrium 50-70W, 600W	0,75	0,80	0,70
Monimetalli, keraaminen	0,65	0,70	0,60
Monimetalli, keraaminen 45W, 60W	0,70	0,75	0,65
Monimetalli, keraaminen 90W, 140W	0,75	0,80	0,70
Induktio	0,65	0,70	0,60
LED*	0,70	0,75	0,65
Loisteputki T8/T5, pakkasputki	0,70	0,75	0,65

\* arvoille  $L_{80B_{10}}$ , lämpötilassa  $t_a = 25\text{ °C}$ . Muita arvoja käytettäessä alenemakerroin on aina määritettävä niiden mukaan.

\*\* loisteputkia käyttäessä tulee valita pitkäikäinen loisteputki, jonka elinikä on vähintään 40 000 h. Elektronista liitäntälaitetta käyttäessä tulee ottaa huomioon sen soveltuminen ympäristöolosuhteisiin.

Jos kaikki alenemakertoimeen vaikuttavat tekijät ovat suunnitteluvaiheessa tiedossa (mm. valonlähteen valovirran alenema (LED-valaisimien tapauksessa  $L_{xx}B_{yy}$  arvot lämpötilassa  $t_a = 25\text{ °C}$ ), kotelointiluokka, likaantuminen jne.), alenemakerroin määritellään niiden avulla. Muussa tapauksessa käytetään taulukon 13 arvoja. Alenemakerroin tulee esittää valaistusteknistien laskentojen yhteydessä tiesuunnitelman valaistustiedoissa ja valaistuksen rakennussuunnitelmassa.

Tunnelissa ja paljon pölyä tai nokea tuottavassa teollisuusympäristössä käytetään aina likaisen liikenneympäristön arvoja. Muissa tilanteissa käytetään perusarvoa, kun valaisimien puhdistusväli on 4 tai 5 vuotta. Pidempi puhdistusväli edellyttää likaisen liikenneympäristön arvon käyttöä. Puhtaan liikenneympäristön arvoa voidaan käyttää teinpitoviranomaisen luvalla, jos vertailumittauksin voidaan osoittaa, että valaisimien likaantuminen kyseisellä osuudella on hyvin vähäistä tai jos puhdistusväli on lyhyt.

## 2.6 Häiriövalo

Tievalaistuksen haitallisten vaikutusten arvioinnissa käytetään kansainvälisen valaistuskomission CIE:n teknistä raporttia CIE 150:2003. Raja-arvot ovat standardin SFS-EN 12464-2 mukaiset. Mahdolliset toimenpiteet esitetään rakennussuunnitelmassa tai sopimuskohtaisissa tuotevaatimuksissa. Maaseudulla, asemakaavan ulkopuolella, suunnittelussa ja valaisimien valinnassa käytetään alueen E2 vaatimuksia. Sen vaati-



**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

mukset täyttyvät, kun käytetään tavallisia kupuvalaisimia, joiden kallistuskulma on enintään 5 astetta.

Taajamateiden tiesuunnitelmassa on esitettävä, miten raja-arvot ylittäviä valaisimia sallitaan kohteen eri osilla. Jalankulku- ja pyöräteiden valaisimista vain pallovalaisimet eivät täytä luokan E3 vaatimusta ylöspäin suuntautuvan valon (ULR) osalta. Valaistusvoimakkuus ikkunoissa ja seinäpintojen luminanssi on tarkistettava tapauskohtaisesti valaisimen sijainnin mukaan.

Häiriövalon tarkastelua varten alueet jaotellaan ympäristön ja valoisuuden mukaan, taulukko 14.

*Taulukko 14. Aluejako.*

Alue	Ympäristö	Valoisuus	Esimerkkejä
E1	Luonnontila	Pimeä	Kansallispuisto
E2	Maaseutu	Vähäinen aluevalaistus	Teollisuus- tai asuinalueet
E3	Esikaupunki	Kohtalainen aluevalaistus	Teollisuus- tai asuinalueet
E4	Kaupungin keskusta	Voimakas aluevalaistus	Keskustat tai kauppa-alueet

Valaistusteknisissä tarkasteluissa käytetään taulukon 15 arvoja.

*Taulukko 15. Häiriövalon raja-arvot ulkovalaistusasennuksille.*

Ympäristön alue	Asennuksen yläpuolinen valo	Valaistusvoimakkuus ikkunoissa		Valaisimen valovoima kohteen suuntaan		Luminanssi	
		$E_v$ lx		$I$ kcd		Julkisivu $L_b$ cd/m <sup>2</sup>	Merkki tai mainos $L_s$ cd/m <sup>2</sup>
	$R_{UL}$ %						
		Ilta	Yö	Ilta	Yö	Ilta	
E1	0	2	0	2,5	0	0	50
E2	5	5	1	7,5	0,5	5	400
E3	15	10	2	10	1,0	10	800
E4	25	25	5	25	2,5	25	1000

Kohteen sijaitessa luonnonsuojelualueen tai kansallispuiston välittömässä läheisyydessä tulee valaisimien näkyminen ja valaistavan alueen ulkopuolelle suuntautuva häiriövalo minimoida mm. välttämällä puunlatvojen yläpuolelle ulottuvaa asennuskorkeutta. Lisäksi tulee ottaa huomioon valonlähteiden spektri ja sen vaikutukset.

## 2.7 Häiritsevä sivuvalo

Tien vieressä olevilta alueilta ja laitoksista voi tulla häiritsevää sivuvaloa (esim. mastovalaisimista), joka vähentää tien jatkuvuuden ja esteiden havaitsemista. Tätä valoa tulee vähentää Liikenneviraston käytettävissä olevilla keinoilla, jotta välttyttäisiin tien valaistustason nostamiselta.

Tien suoja-alueella olevat valomainostaulut eivät saa häiritä tienkäyttäjää hämäränä tai pimeänä aikana. Liikennevirasto on laatimassa erillistä ohjetta valomainostaulujen valaistusteknisistä vaatimuksista.

## 2.8 Erikoisvalaistus

Rakennusten ja siltojen julkisivujen, monumenttien, patsaiden, istutusten, vesiaiheiden jne. valaisemisen tavoitteena on iltanäkymien parantaminen, viihtyisyyden lisääminen ja historiallisen tai taiteellisen arvon korostaminen.

Valontarve riippuu ympäristöstä ja kohteen materiaalista. Tumma pinta vaatii enemmän valoa kuin vaalea pinta. Pimeässä ympäristössä kohde näkyy heikostikin valaistuna. Valoisassa ympäristössä, esim. taajamassa, valoa on oltava runsaasti, jotta kohde erottuisi ympäristöstä.

Maisema- ja julkisivuvalaistuksia suunnitellessa tulee ottaa huomioon ympäristön valoisuus, ympäristössä käytössä olevat valolajit ja värilämpötilat, valaistavan pinnan heijastusominaisuudet, mahdolliset kaupunkikuvalliset periaatteet, ilkeävalta, kunnossapito sekä valaistavan kohteen näkyvyys tienkäyttäjille. Huomiota tulee erityisesti kiinnittää maisema- ja julkisivuvalaistuksien aiheuttamaan häikäisyyn. Pahimmassa tapauksessa huonosti suunniteltu maisema- tai julkisivuvalaistus voi vaarantaa kuljettajien liikenneturvallisuutta.

Erikoisvalaistuksissa käytetään pääsääntöisesti valkoista valoa. Monokromaattisen valon käyttöä ei suositella.

## 3 Valaistusperiaatteet

### 3.1 Valaistusratkaisun valinta

Valaistusrakennukset valitaan ja sijoitetaan siten, että valaistuksen rakennus- ja hoitokustannusten 30 vuoden nykyarvon summa tulee mahdollisimman pieneksi ja että kohteeseen valitun valaistusluokan vaatimukset ja muut toimivuuteen, turvallisuuteen ja kestävyysvaatimukset täyttyvät.

Kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto valitaan seuraavasti:

1. Valaistusluokka valitaan suunnitteluperusteiden ja kohdan 2.4 mukaan.
2. Suunnitteluperusteiden ja muiden lähtötietojen perusteella määritellään kohteelle alustavat valaistuksen periaateratkaisut.
3. Muodostetaan valaistusteknillisten laskentojen avulla vaihtoehtoja, jotka täyttävät kaikki valaistusteknilliset vaatimukset tarpeetonta ylimitoitusta välttämällä.
4. Vaihtoehtojen vertailu. Vaihtoehtojen rakennuskustannukset ja hoitokustannukset lasketaan linjaosuuksille ja tehdään taloudellisuustarkastelu laskemalla elinkaarikustannusten nykyarvo kohdan 6.6.4 mukaisesti. Useimmiten edullisin on vaihtoehto, jonka energiankulutus kWh/km<sup>2</sup> on pieni ja rakennuskustannukset kohtuullisen pienet. Poikkileikkaukseltaan poikkeavia osuuksia ei käsitellä erikseen. Vertailuja ja laskentoja tehdessä on tärkeää ottaa huomioon valaistuksen ajoittainen vähentäminen ja valaistuksen aiheuttamat kunnossapitokustannukset. Perinteisesti hoitokustannuksista energian osuus on 2/3 ja kunnossapidon 1/3. Hankekohtaisesti valaistusteknillisesti samanarvoisten valaistusvaihtoehtojen energiatehokkuuden vertailemiseen voidaan myös käyttää standardissa SFS-EN 13201-5 esitettyjä menetelmiä. Vaihtoehtoisten valaistusasennusten tulee aina täyttää kaikki valaistusteknilliset vaatimukset, vasta tämän jälkeen voidaan tehdä lopullinen valinta energiatehokkuuden pohjalta.
5. Valitaan toteuttamiskelpoinen ja elinkaarikustannuksiltaan edullisin vaihtoehto.

Yllä esitetty menettely ei ole riittävä, kun urakoitsija saa valita valaistusratkaisun sen jälkeen, kun urakan hinnasta on sovittu (ST-urakka). Silloin joudutaan vertaamaan elinkaari-kustannuksiltaan yhtä edullisia ratkaisuja, jotka ovat kuitenkin tilaajan kannalta eriarvoisia. Toisessa on korkea rakennuskustannus ja alhainen hoitokustannuksen nykyarvo, ja toisessa alhainen rakennuskustannus ja korkea hoitokustannusten nykyarvo. Ensimmäinen vaihtoehto on tilaajalle suotuisampi, koska tilaaja maksaa hoitokustannukset rakennusurakan ulkopuolella ja rakennuskustannukset sisältyvät jo ennalta sovittuun urakkahintaan. Ongelma vältetään, jos urakan laatuvaatimuksissa ja arvonmuutosperusteissa asetetaan arvonvähennys ratkaisuille, joiden laskennallisten hoitokustannusten nykyarvo ylittää merkittävästi tilaajan suunnitelmassa eri tiepoikkileikkausiin ja valaistusluokkiin määritellyn referenssiarvon.

## 3.2 Valaistustyytit

Valaisimet voidaan sijoittaa poikkileikkaukseen seuraavilla tavoilla, jotka samalla muodostavat tievalaistuksen perustyytit:

- yksirivinen reunasijoitus,
- vuorottainen reunasijoitus,
- vastakkainen reunasijoitus ja
- keskiasennus.

Kuvissa 4-12 on esitetty esimerkkejä eriluokkaisilla teillä tyyppisesti käytettävistä valaistustyyteistä ja asennuskorkeuksista sekä kyseisellä poikkileikkauksella käytettäviä enimmäispylväsvälejä, joilla valaistustekniset vaatimukset täyttyvät. Pylväsvälit ovat valittu niin, että vaatimukset täyttyvät useammalla eri valaisintyytillä. Kuvien 4-12 valaistusratkaisuille on myös laskettu rakennuskustannukset  $K_r$  ja laskennalliset hoitokustannukset  $K_h$  30 vuodelta. Rakennuskustannukset vaihtelevat hyvin paljon hankekohtaisesti eikä kuvissa esitettyjä hintoja saa käyttää sellaisinaan hankkeissa. Himmennystä ja vakiovalovirtaohjausta ei ole otettu huomioon. LED-valaistuksen osalta on oletettu, että valaisimien tai LED-moduulien ja liitäntälaitteiden ryhmävaihdon jälkeen LED-valaistuksen teho on 80 % alkuperäisestä.

Kuvien 4-12 rakennuskustannukset on laskettu metallipylväitä ja maakaapelia käyttäen. Kuvien 7-12 esimerkkien rakennuskustannukset voidaan muuttaa puupylväitä ja ilma-johtoja koskeviksi käyttämällä kerrointa 0,5-0,7.

Esimerkkilaskelmat suurpainenatrium- ja LED-valaistuksen laskennallisista hoitokustannuksista on esitetty kohdassa 6.6.4.5.

Tulokset pitävät paikkansa vain kuvien poikkileikkauksissa ja niissä olevilla asennusgeometrian mitoilla. Valaistustekniset laskennat tulee aina tehdä hankekohtaisesti käyttäen kohteeseen valittuja valaisimia.

Erilaisilla valaisimilla saavutettavia enimmäispylväsväliesimerkkejä voidaan lisäksi tarkastella Liikenneviraston ylläpitämästä **Hyväksytyt tievalaisimet** -oppaasta.

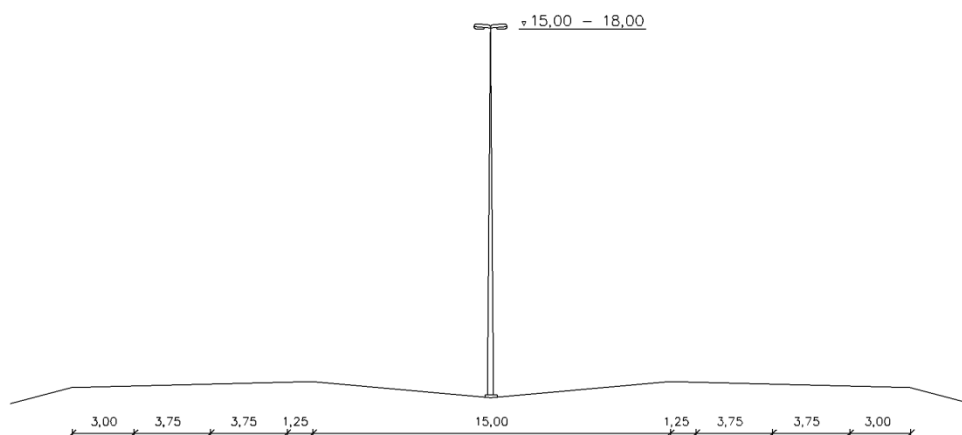
Pienisäteisessä kaarteessa enimmäispylväsväliä lyhennetään kuvan 22 mukaan.

Sopeutumisalueet suunnitellaan kohdan 3.6 mukaan.

### 3.2.1 Kaksiajorataiset tiet

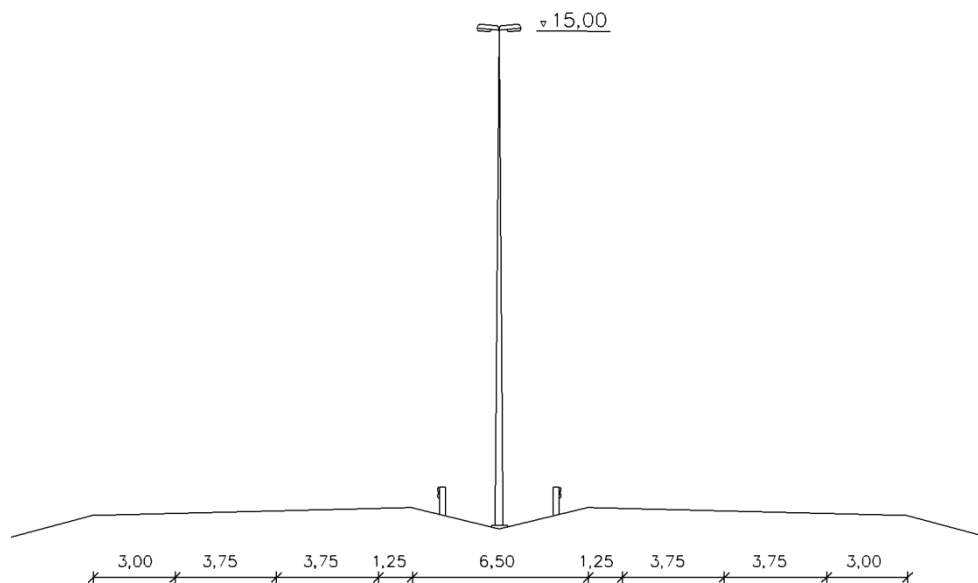
Kaksiajorataisen tien valaistustyytinnä käytetään ensisijaisesti keskiasennusta. Kuvassa 4 on valaistustyyppi, kun keskialue on hyvin leveä. Kuvissa 5 ja 6 on kaksi valaistustyyppiä perinteellistä poikkileikkausta varten.

## Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015



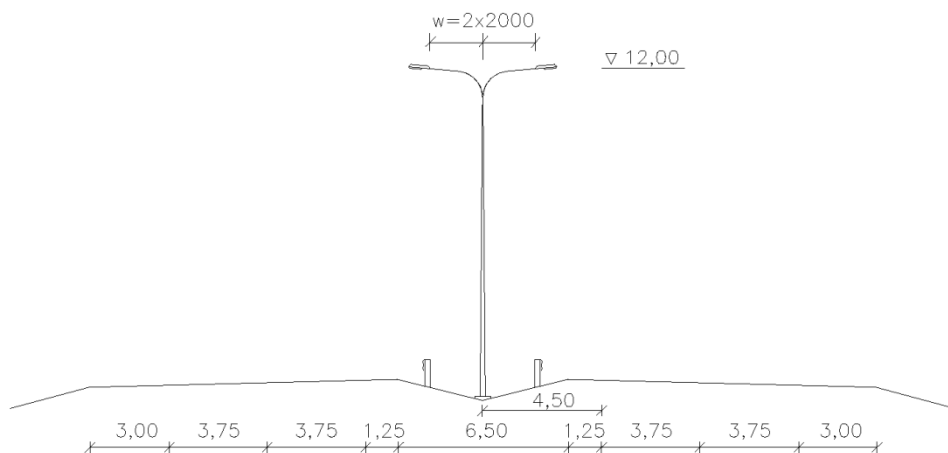
Valaistus-luokka	Lamput W	H <sub>a</sub> m	S m	Liitäntäteho kW/km	K <sub>r2014</sub> €/km	K <sub>h2014-43</sub> €/km
M2	ST-400	18	57	15,65	91 200 €	303 000 €
M2	ST-400	15	60	14,87	65 250 €	288 000 €
M3a	ST-400	18	83	10,75	68 900 €	208 000 €
M3a	ST-250	15	56	10,14	67 600 €	204 000 €

Kuva 4. Nelikaistainen keskialueellinen moottoritie. Ajoinväli 17,50 m, 2-rivinen, varreton keskiasennus.



Valaistus-luokka	Lamput W	H <sub>a</sub> m	S m	Liitäntäteho kW/km	K <sub>r2014</sub> €/km	K <sub>h2014-43</sub> €/km
M2	ST-250	15	50	11,36	73 300 €	229 000 €
M3a	ST-250	15	72	7,89	57 000 €	159 000 €

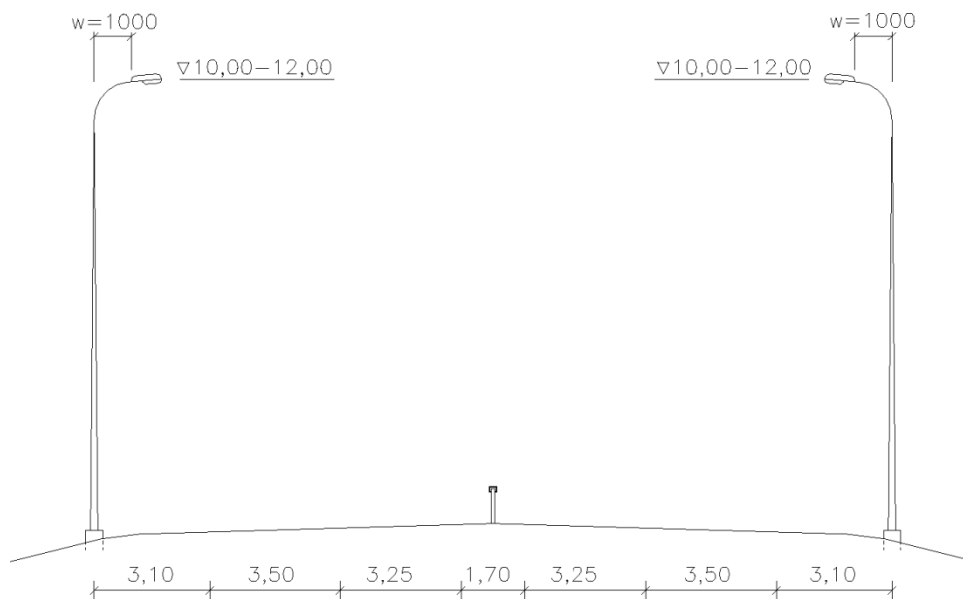
Kuva 5. Nelikaistainen keskialueellinen moottoritie. Ajoinväli 9,00 m, 2-rivinen, varreton keskiasennus.



Valaistus-luokka	Lamput W	H <sub>a</sub> m	S m	Liitäntäteho kW/km	K <sub>r2014</sub> €/km	K <sub>h2014-43</sub> €/km
M2	ST-250	12	50	11,36	67 200 €	229 000 €
M3a	ST-250	12	57	9,96	61 400 €	200 500 €

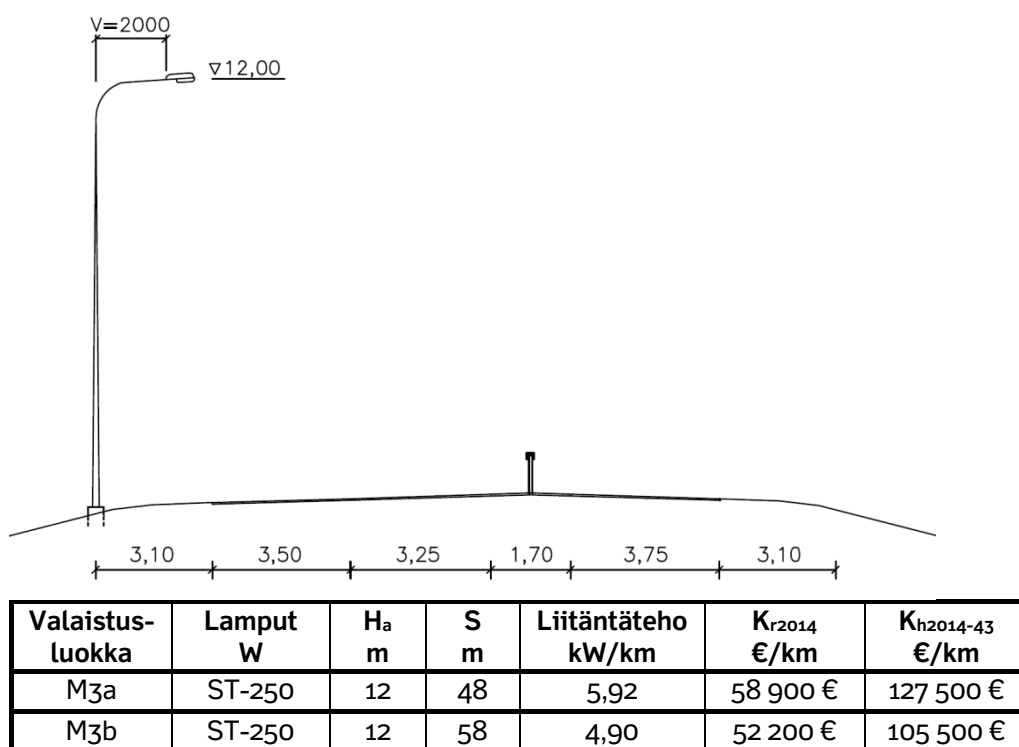
Kuva 6. Nelikaistainen keskialueellinen moottoritie. Ajo-ajon väli 9,00 m, 2-rivinen keskiasennus varsipylväin.

Nelikaistaisen keskikaiteellisen tien valaistustyyppinä käytetään ensisijaisesti kuvien 7 ja 8 mukaista 2-rivistä vastakkaista reunasijoitusta ja keskikaiteellisen ohituskaistan vastaavasti 1-rivistä reunasijoitusta.



Valaistus-luokka	Lamput W	H <sub>a</sub> m	S m	Liitäntäteho kW/km	K <sub>r2014</sub> €/km	K <sub>h2014-43</sub> €/km
M2	ST-250	12	59	9,63	92 200 €	207 000 €
M3a	ST-150	12	52	6,62	99 600 €	157 500 €
M3a	ST-150	10	46	7,48	100 900 €	178 000 €
M3b	ST-250	12	72	7,89	81 000 €	169 500 €
M3b	ST-150	10	56	6,14	88 200 €	146 500 €

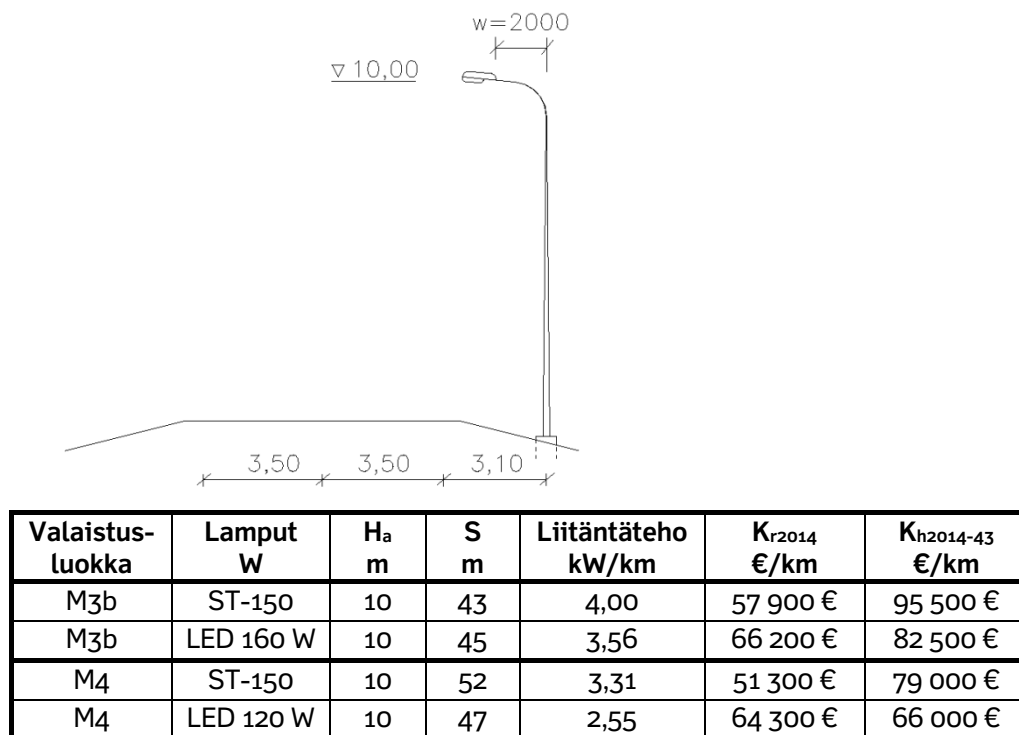
Kuva 7. Nelikaistainen keskikaiteellinen tie. 2-rivinen, vastakkainen reunasijoitus varsipylväin



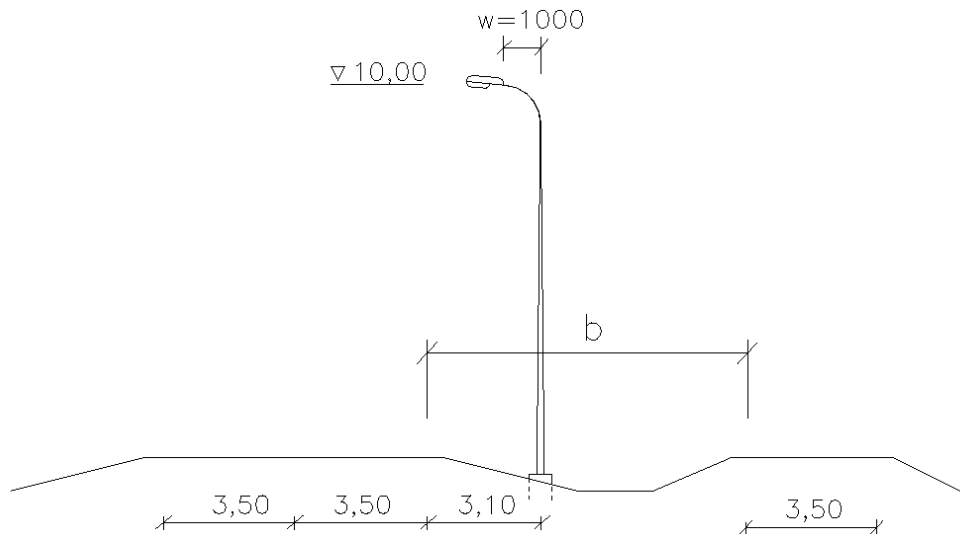
Kuva 8. Keskikaiteellinen ohituskaistatie. 1-rivinen reunasijoitus varsipylväin.

### 3.2.2 Yksiajorataiset tiet

Ensisijainen valaistustyyppi yksiajorataisella tiellä on yksirivinen reunasijoitus, joka toteutetaan varsipylväillä. Kuvissa 9-11 on yksiajorataisen tien valaistustyyppit.



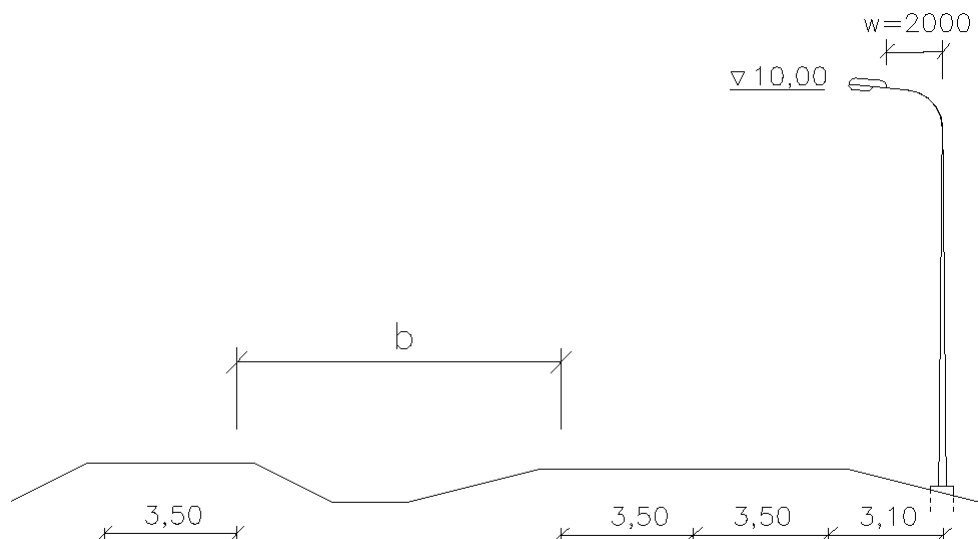
Kuva 9. Yksiajoratainen kaksikaistainen tie. Yksirivinen reunasijoitus varsipylväin.



Valaistusluokka		Lamput W	H <sub>a</sub> m	S m	Liitäntäteho kW/km	Mitta b (m)	K <sub>r2014</sub> €/km	K <sub>h2014-43</sub> €/km
Tie	jk + pp							
M3b	P4	ST-150	10	40	4,30	6	60 800 €	102 500 €
M3b	P5	ST-150	10	40	4,30	8	60 800 €	102 500 €
M3b	P6	ST-150	10	40	4,30	10	60 800 €	102 500 €
M4	P5	ST-150	10	50	3,44	8	52 600 €	82 000 €
M4	P6	ST-150	10	50	3,44	10	52 600 €	82 000 €

Kuva 10. Yksiajoratainen kaksikaistainen tie. Yksirivinen reunasijoitus varsi-  
pylväin. Jos mahdollista pylväät tulee sijoittaa samalle puolelle kuin jalan-  
kulku- ja pyörätie. Mitta  $b$  on etäisyys tien reunaviivasta jalankulku- ja  
pyörätien päällysteen reunaan. Jos mitta  $b$  on pienempi ja valaisinvarren  
ulottuma ( $w$ ) on 2000 mm, voidaan yleensä käyttää kuvien 9 ja 11 mu-  
kaista pylväsväliä.





Valaistus-luokka		Lamput W	H <sub>a</sub> m	S m	Liitäntä- teho kW/km	Mitta b (m)	K <sub>r2014</sub> €/km	K <sub>h2014-43</sub> €/km
Tie	jk + pp							
M3b	P4	ST-150	10	43	4,00	3	57 900 €	95 500 €
M3b	P5	ST-150	10	43	4,00	5	57 900 €	95 500 €
M3b	P6	ST-150	10	43	4,00	7	57 900 €	95 500 €
M4	P5	ST-150	10	52	3,31	5	51 300 €	79 000 €
M4	P6	ST-150	10	52	3,31	7	51 300 €	79 000 €

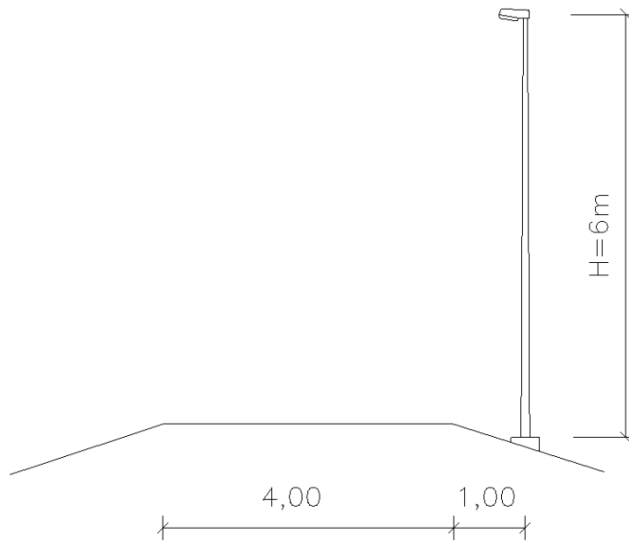
Kuva 11. Yksiajoratainen kaksikaistainen tie. Yksirivinen reunasijoitus varsipylväin. Pylväät joudutaan sijoittamaan eri puolelle kuin jalankulku- ja pyörätie. Mitta b on etäisyys tien reunaviivasta jalankulku- ja pyörätien päällysteen reunaan.

### 3.2.3 Jalankulku- ja pyörätie

Jalankulkutiet ja polkupyörätiet valaistaan joko autoliikenteen tien valaisimilla tai erillisillä valaisimilla. Kuvista 10 ja 11 nähdään, kuinka lähellä ajorataa jalankulku- ja pyörätien tulee olla, jotta se saa riittävästi valoa päätien valaisimista. Pylväiden ei tarvitse olla samalla puolella tietä kuin jalankulku- ja pyörätie, jos välialue ei ole kovin leveä.

Päätien valaisinpylväisiin matalalle asennetut lisävalaisimet huonontavat tasaisuutta ja kasvattavat tarpeettomasti rakennus- ja hoitokustannuksia.

Kaukana päätiestä olevalla jalankulku- ja pyörätiellä käytetään yksirivistä reunasijoitusta kuvan 12 mukaisesti. Puupylväsasennuksessa on 0,5–1,0 m:n varret ja metallipylväsasennuksessa käytetään varrettomia pylväitä. Pylväs sijoitetaan yleensä 1 m etäisyydelle tien reunasta.



Valaistus- luokka	Lamput W	H <sub>a</sub> m	S m	Liitäntäteho kW/km	K <sub>r2014</sub> €/km	K <sub>h2014-43</sub> €/km
K4	ST-50	6	42	1,48	32 400 €	49 700 €
K4	LED 30 W	6	42	0,71	36 900 €	36 500 €

Kuva 12. Erillisen jalankulku- ja pyörätien valaistustyyppi. Yksirivinen, varreton reunasijoitus.

### 3.3 Vähäliikenteiset tiet

Jos vähäliikenteinen tie erikoistapauksena valaistaan, valaistustyyppi on yksirivinen reunasijoitus, asennuskorkeuden ollessa 8 tai 10 m. Rakenteiden, kalusteiden ja valaisimen tehon valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta vuotuiset hoitokustannukset olisivat mahdollisimman pienet.

### 3.4 Liittymät

Liittymien valaistusta suunniteltaessa seuraavat yleiset näkökohdat on otettava huomioon:

- päätien optisen ohjauksen on oltava hyvä liittymän läpi ja tienkäyttäjän on saatava oikea käsitys liittymän muodosta ja sen järjestelyistä,
- tienkäyttäjän on saatava oikea käsitys sivutien tai ramppien suuntauksesta ennen liittymäkohtaa ja
- erillisessä liittymävalaistuksessa on sivutiellä ja päätiellä käytettävä kohdassa 3.6 esitettyjä sopeutumisalueita.

### 3.4.1 Tasoliittymät

Tasoliittymien valaistusluokka valitaan kohdan 2.4.1.3 mukaan.

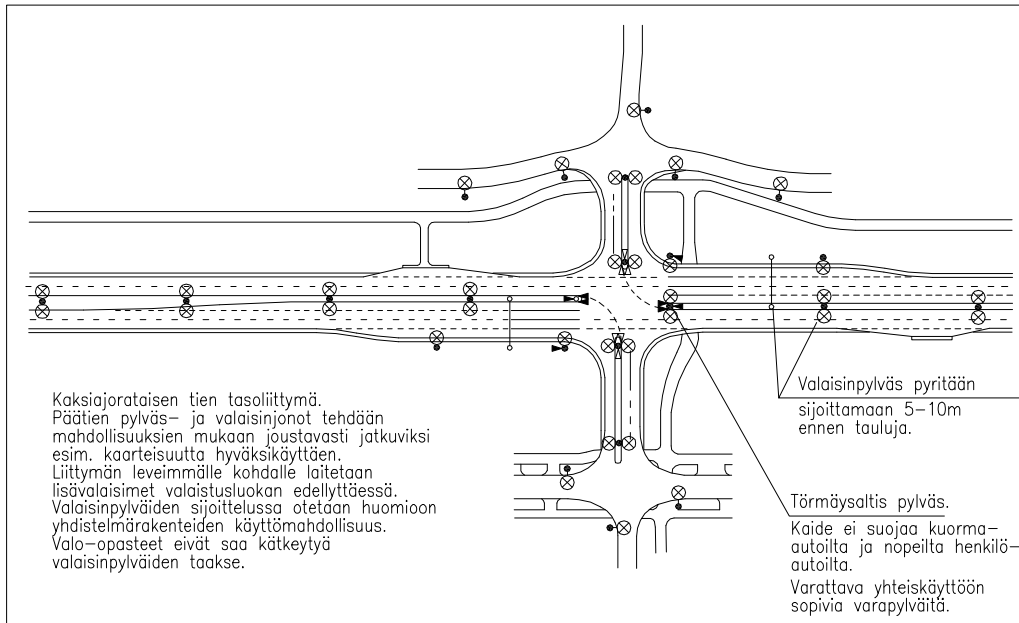
Liittymävalaistuksen yleisten näkökohtien lisäksi on otettava huomioon:

- liittymähaaran valaistuksen tulee olla vähintään pysähtymisnäkemän pituinen,
- liittymävalaistuksen pituus sisältää myös sopeutumisalueet,
- pääsuunnassa kanavoidussa liittymässä täysi valaistus laitetaan saarekkeiden alueelle sekä sopeutumisalueet näiden jälkeen,
- jokaisessa ajosuunnassa tulee liittymän takana olla yksi valaisin, jonka valossa risteävä ajoneuvo näkyy ja kääntyvän ajoneuvon kuljettaja näkee liittymän takaosan,
- suojateiden läheisyydessä valaisimet sijoitetaan kohdan 3.7 mukaisesti siten, että jalankulkijoihin kohdistuva pystytason valaistusvoimakkuus on havaitsemisen kannalta riittävä,
- valaisinjonot muotoillaan liittymäalueella juoheasti teiden suuntaa seuraten, mahdollisuuksien mukaan myös linja-autopysäkkien kohdalla,
- jos liittymä on tieosia leveämpi, sijoitetaan valaisinjonot liittymän laajimmalla kohdalla limittäin, jolloin syntyy kaksirivinen vastakkainen tai vuoroittainen valaistustyyppi,
- keskiasennuksessa voidaan liittymän leveimmälle kohdalle tarvittaessa asentaa lisäksi yksivartiset pylväät reunoille,
- jos liittymä on pitempi kuin pylväsväli, voidaan lisäpylväät sijoittaa isoihin saarekkeisiin tai tulppiin; pylväiden sijainti ei kuitenkaan saa häiritä näkävyyttä,
- tarvittaessa voidaan liittymästä varoittaa muuttamalla valaistustyyppiä ja
- mastovalistus on valaistusteknillisesti käyttökelpoinen, jos se kustannusvertailussa osoittautuu kannattavaksi, eivätkä korkealle sijoitetut valaisinryhmät heikennä maisemakuvaa.

Liittymän, liittymään tulevien liikennemerkkien, portaalien, valo-ohjauksen jne. suunnittelu on suoritettava samanaikaisesti valaistussuunnittelun kanssa, tai se huomioon ottaen, tarkoituksenmukaisen valaistustyyppin aikaansaamiseksi ja muiden laitteiden yhteensovittamiseksi.

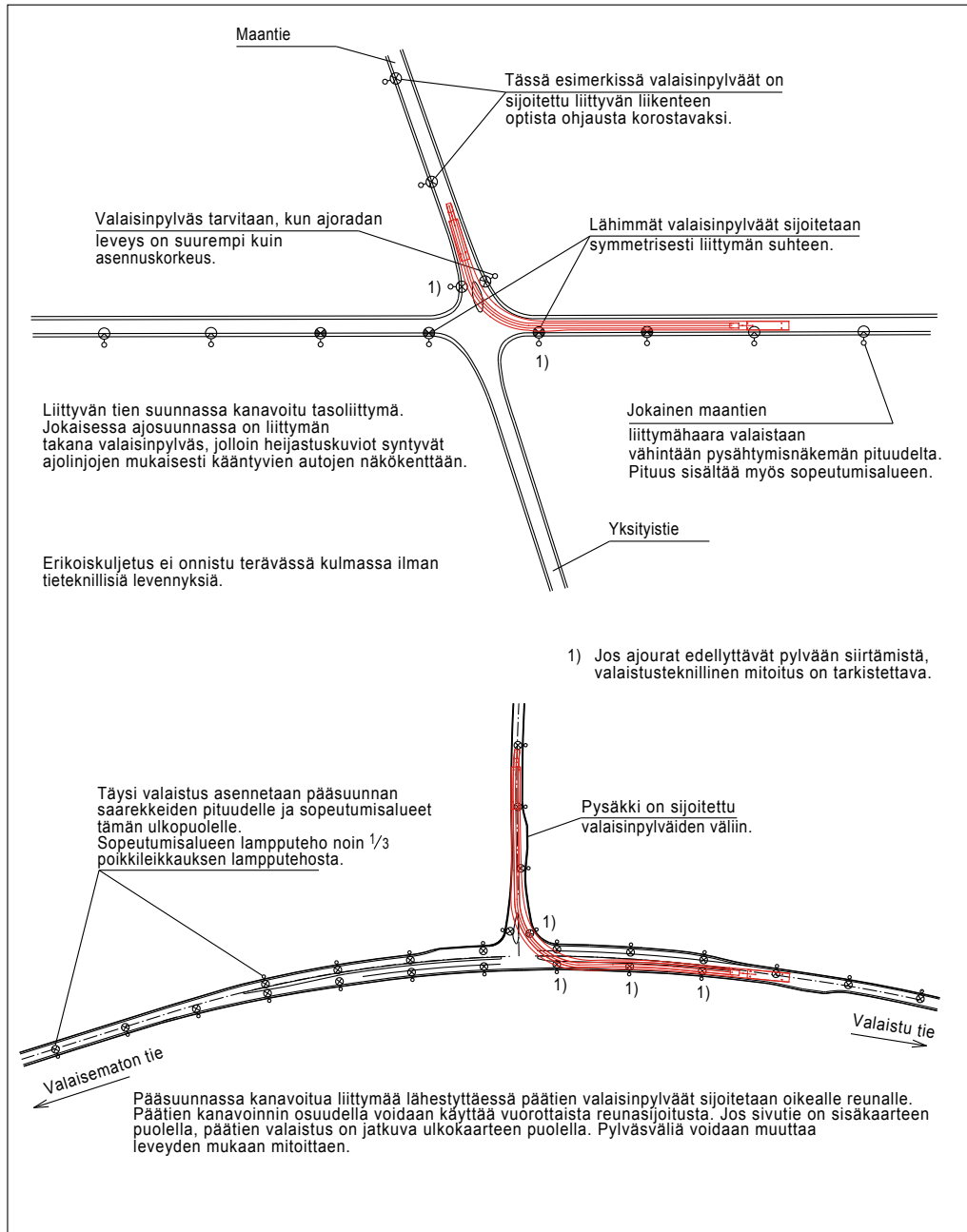
Jos liittymä on erikoiskuljetusten reitillä, tämä on otettava huomioon pylväiden sijoittelussa kohdan 3.13 mukaisesti.

Kuvissa 13–14 on esimerkkejä yleisimmistä tasoliittymien valaistusratkaisuista.



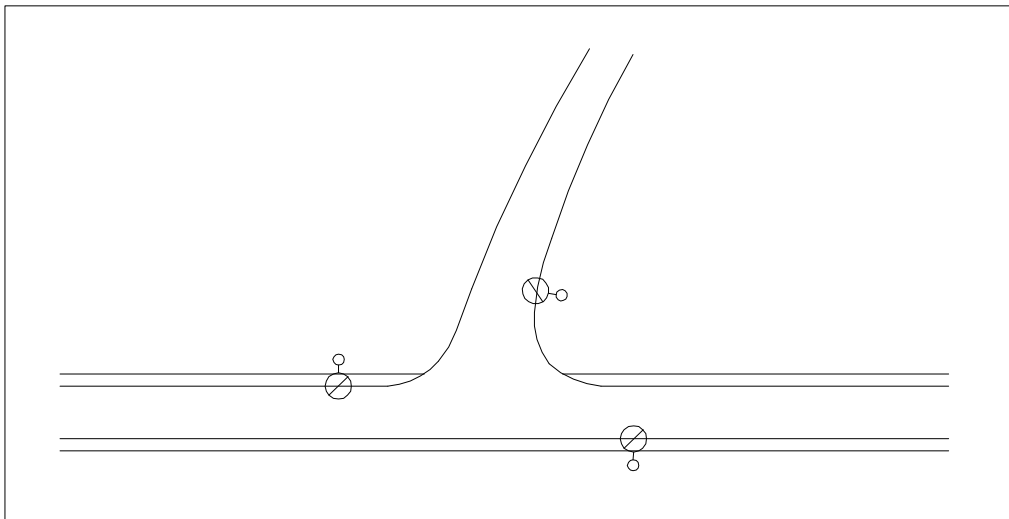
**Kuva 13.** Esimerkki monikaistaisten teiden tasoliittymän valaistusratkaisusta. Liittymä ei sijaitse erikoiskuljetusten reitillä.

## Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015



Kuva 14. Esimerkkejä tasoliittymän valaistuksesta. Kuvaan on merkitty punaisella erikoiskuljetusten suunnitellut kulkureitit.

Alimpien toiminnallisten luokkien teillä, joilla on alhainen ajonopeus ja pieni liikennemäärä, vähäliikenteinen liittymä voidaan joutua valaisemaan muista syistä kuin liikennetaloudellisen kannattavuuden perusteella. Tällöin liittymä voidaan valaista kuvan 15 periaatteella.



Kuva 15. Vähäliikenteisen kanavoimattoman tasoliittymän valaistus, kun tietä ei valaista muuten. Valaistus on tarpeellinen muista syistä kuin liikennetaloudellisen kannattavuuden perusteella.

### 3.4.2 Kiertoliittymät

Kiertoliittymän valaistusluokka valitaan kohdan 2.4.1.4 mukaan.

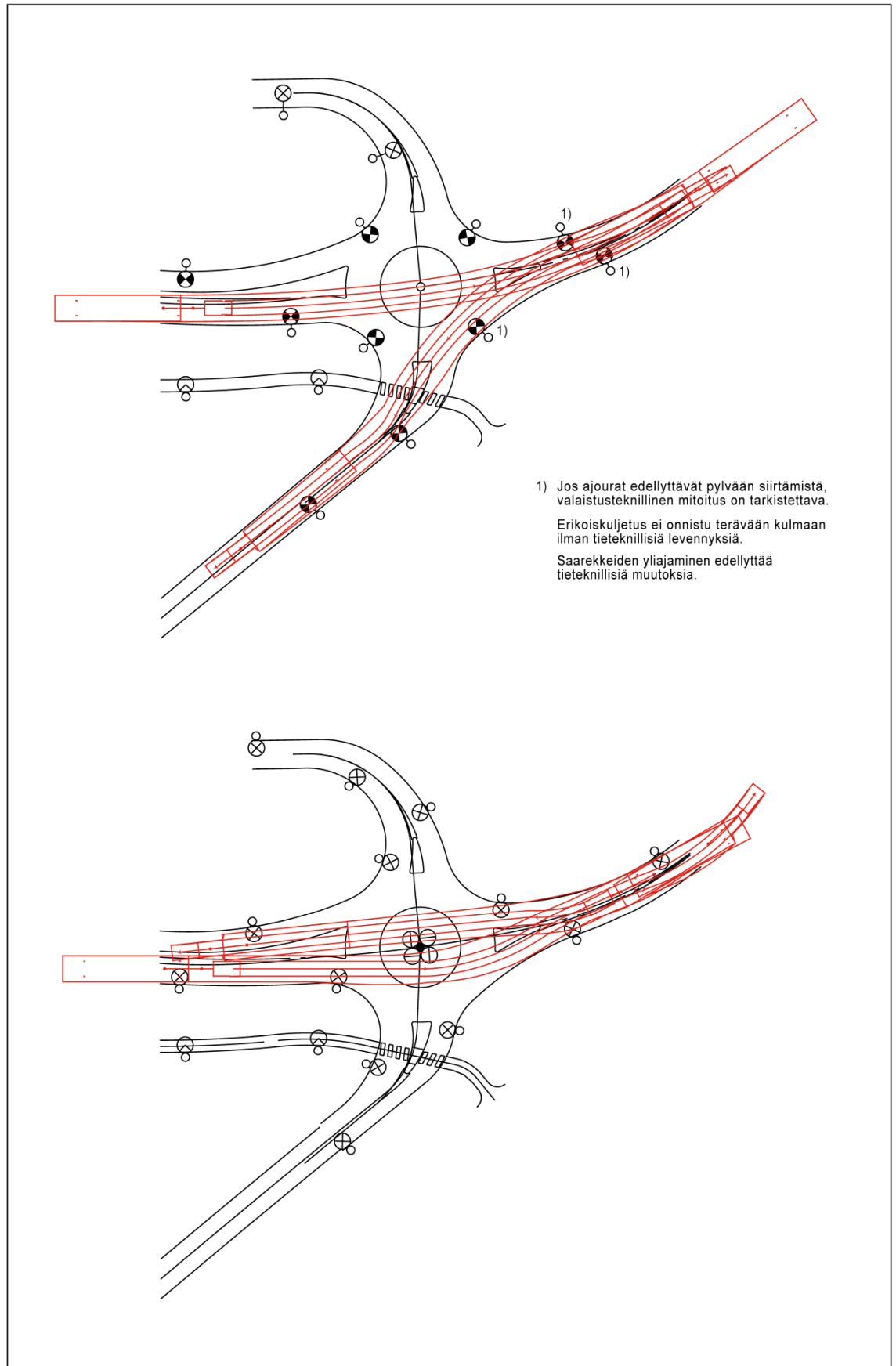
Suunnittelussa noudatetaan seuraavia periaatteita.

- Maaseutuoloissa liittymään tultaessa on liittymän ja varsinkin kiertosaarekkeen erotuttava myös pimeällä selvästi normaalista ajoradasta.
- Tienkäyttäjän on saatava oikea käsitys liittymän muodosta, saarekkeista, ajoratamaalauksista ja reunatuista sekä nähtävä jalankulkijat, ajoneuvot ja näiden liikkeet.
- Taivutetun tulosuunnan valaisimet eivät saa olla suorassa linjassa.
- Liittyvät tiet valaistaan vähintään pysähtymisnäkemän matkalla liikennesaarekkeen ulommasta päästä mitattuna. Valaistuun alueeseen kuuluu valaistusluokan edellyttämä sopeutumisalue.
- Jokaisen liittymähaaran läheisyydessä on oltava valaisin, jotta liittymään saapuva ajoneuvo näkyy ja kuljettajat näkevät liittymäalueen yksityiskohdat selvästi.
- Suojateiden läheisyydessä valaisimet sijoitetaan siten, että jalankulkijoihin kohdistuva pystytason valaistusvoimakkuus on havaitsemisen kannalta riittävä, ks. kohta 3.7.
- Tarvittaessa liittymästä voidaan varoittaa muuttamalla valaistusrakenteita tai valon väriä.
- Ulkonäkösyistä tulisi käyttää varrettomia pylväitä.

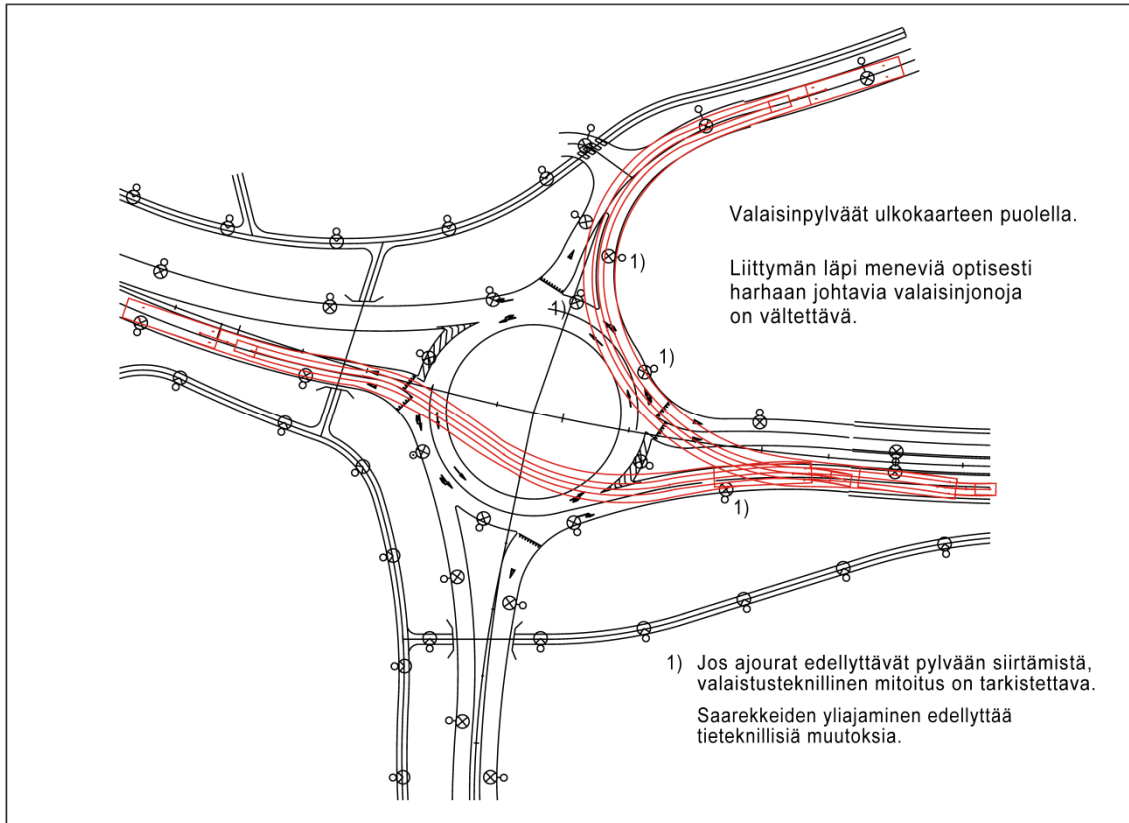
Jos liittymä on erikoiskuljetusten reitillä, tämä on otettava huomioon pylväiden sijoittelussa kohdan 3.13 ja liittymäkuvien mukaisesti.

Liittymä, liikenteen ohjaus, valaistus, liikenneympäristö ja mahdollinen tetaide on suunniteltava samanaikaisesti tasapainoisen kokonaisuuden aikaansaamiseksi.

Kuvissa 16 ja 17 on esimerkkejä kiertoliittymien valaistuksista.



Kuva 16. Pienten kiertoliittymien valaistus. Kuvaan on merkitty punaisella erikoiskuljetusten suunnitellut kulkureitit.



Kuva 17. Ison kiertoliittymän valaistus. Kuvaan on merkitty punaisella erikoiskuljetusten suunnitellut kulkureitit. Yleensä samaa kulkureittiä käytetään molempiin suuntiin.

### 3.4.3 Eritasoliittymät

Valaistun tien eritasoliittymän ramppien valaistusluokka valitaan kohdan 2.4.1.5 mukaan. Päätien sekä ramppien erkanemis- ja liittymiskaistojen pylvässäjoittelun takia tulee ramppien päiden kohdille enemmän valoa, jolloin liikenneturvallisuus samalla paranee. Erkanemisrampin ensimmäinen valaisin sijoitetaan ennen tieteknillistä nokkapistettä ja liittymisrampin viimeinen valaisin tieteknillisen nokkapisteen jälkeen.

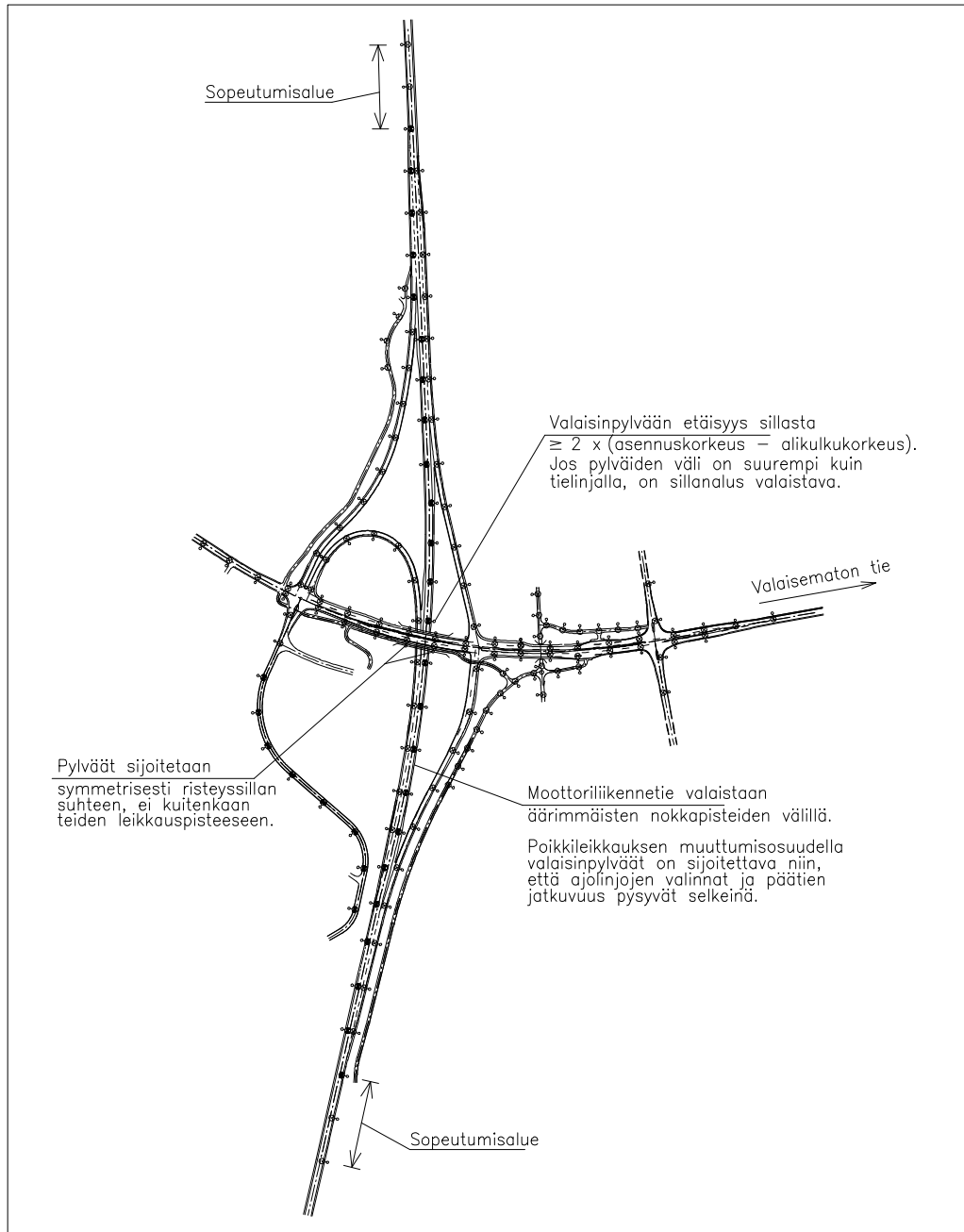
Valaisemattomalla tiellä erkanemisrampille sijoitetaan kolme valaisinta ennen tieteknillistä nokkapistettä. Liittymiskaistan tasalevyinen osuus valaistaan koko pituudeltaan.

Ramppien pylvässäjoittelussa noudatetaan liikenneturvallisuussyistä ja aluevalaistusvaikutuksen takia pääasiassa sisäkaariperiaatetta. Suurisäteisissä kaarteissa voidaan pylväät sijoittaa myös ulkokaarteeseen.

Suurien eritasoliittymien valaistuksessa on ulkonäkösyistä harkittava myös mastovalaistusta. Mastot ovat 20–40 m korkeita ja niihin asennetaan useita valonheittäimiä. Asennustasot muodostavat säännöllisen pinnan, joka noudattaa koko eritasoliittymän päämuotoa. Valonheittäimien kunnossapito on otettava huomioon mastojen sijoittelussa ja rakenteen suunnittelussa.

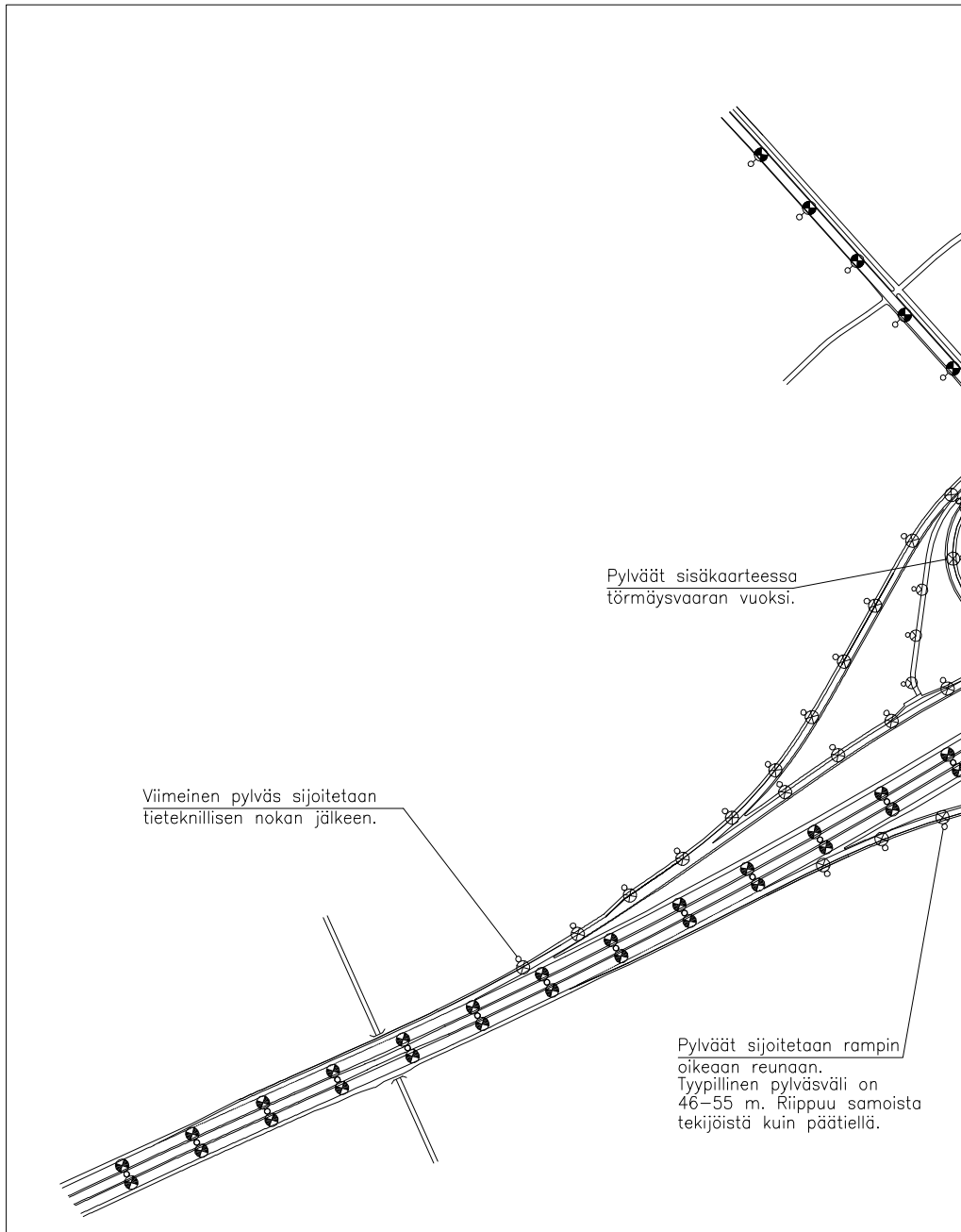
Kuvissa 18–21 on esimerkkejä eritasoliittymien yleisimmistä valaistusratkaisuista.



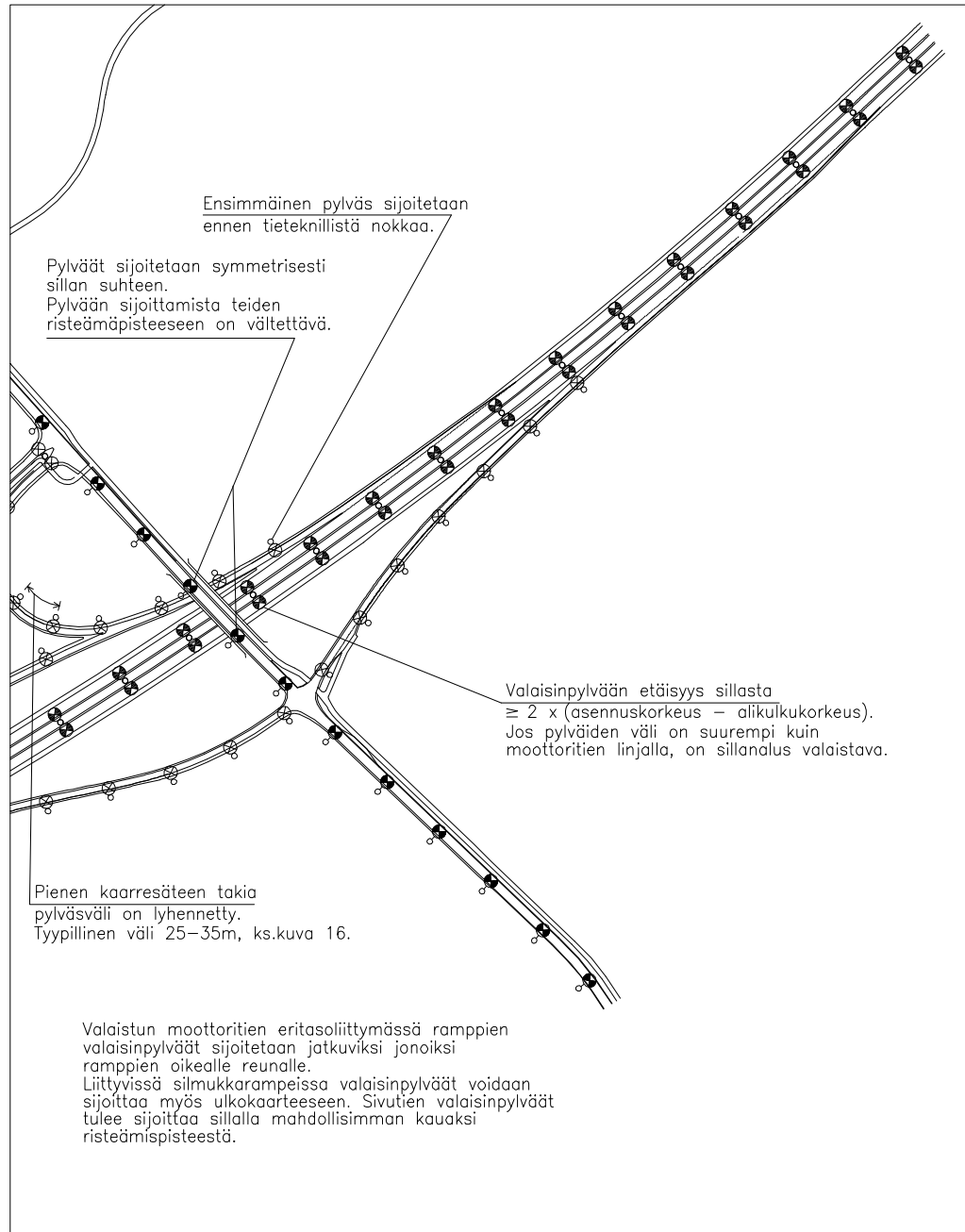


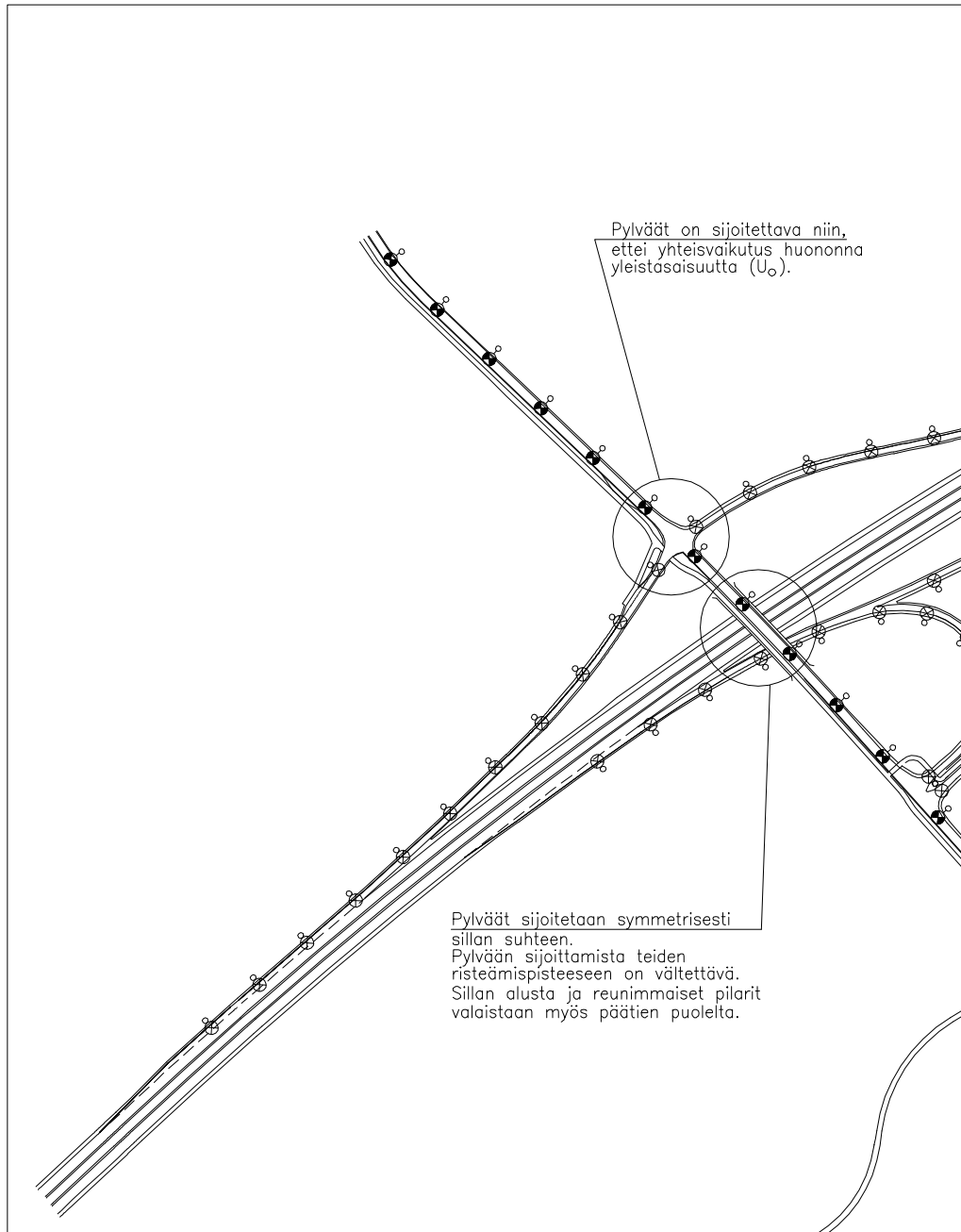
Kuva 18.

*Moottoriliikennetien tai leveäkaistatien eritasoliittymän valaistus. Suuret erikoiskuljetukset käyttävät sillan ohitukseen suoria rampeja, joiden varrella valaisinpylväät on sijoitettu riittävän etäälle.*

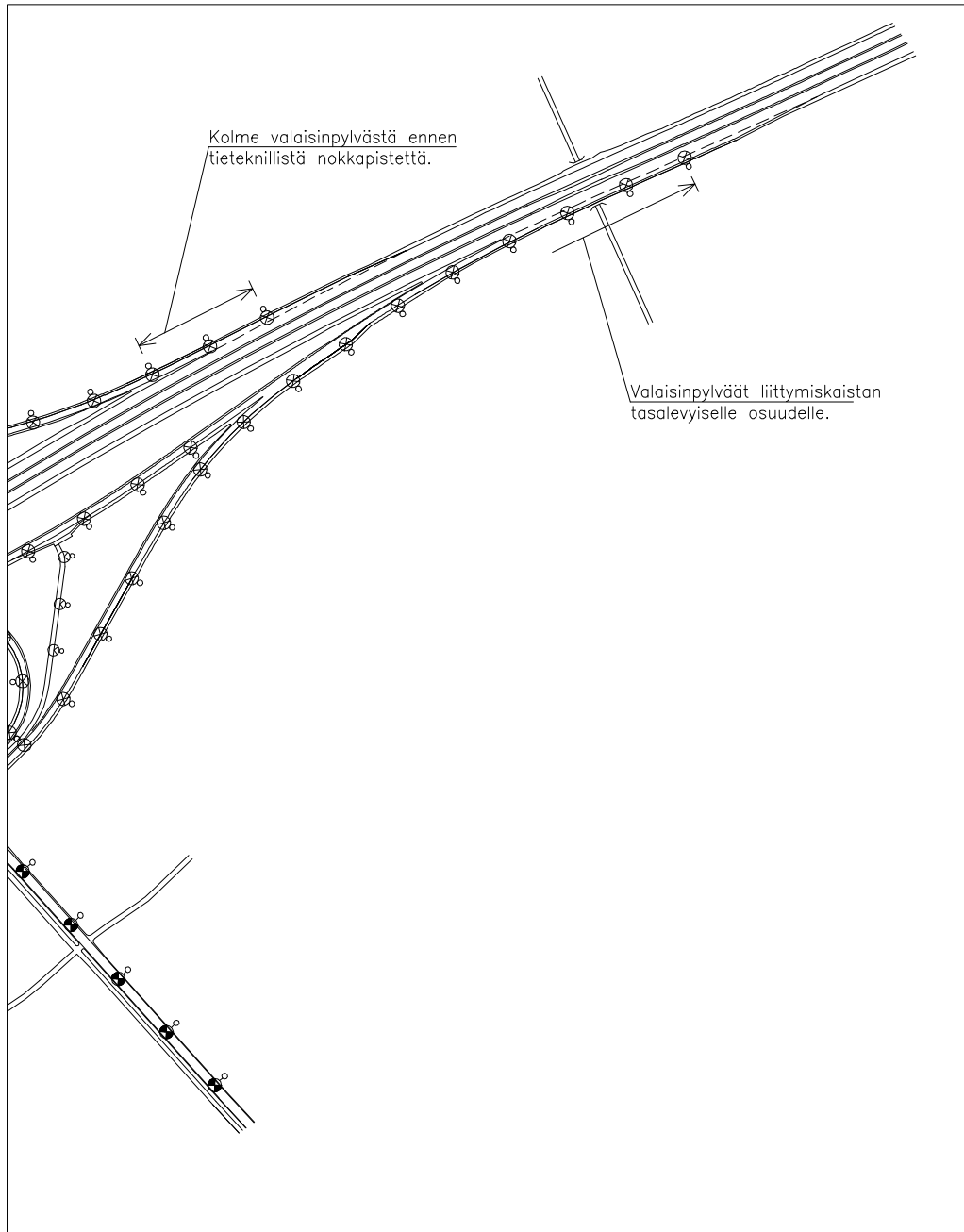


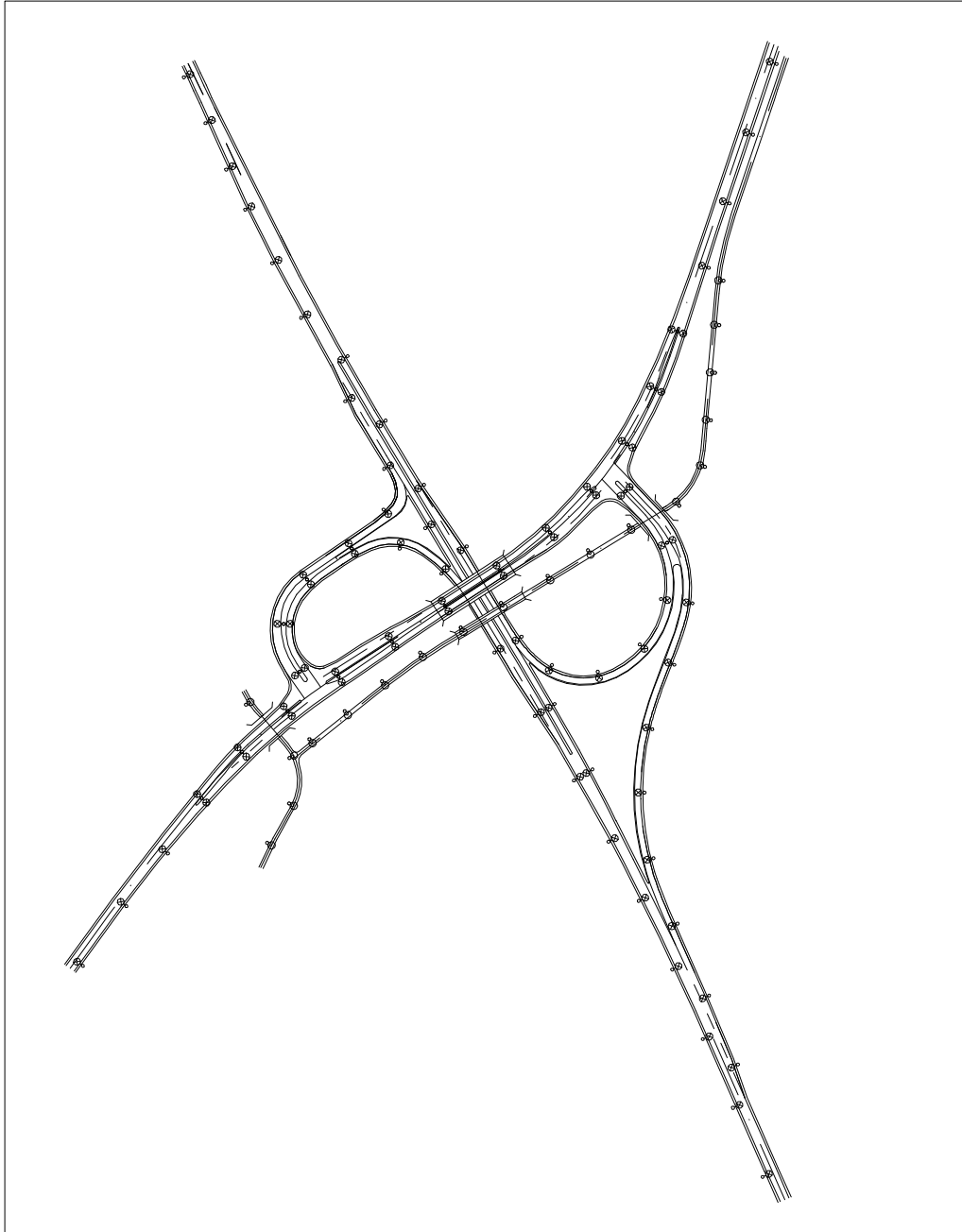
Kuva 19. Valaistun moottoritien eritasoliittymä.





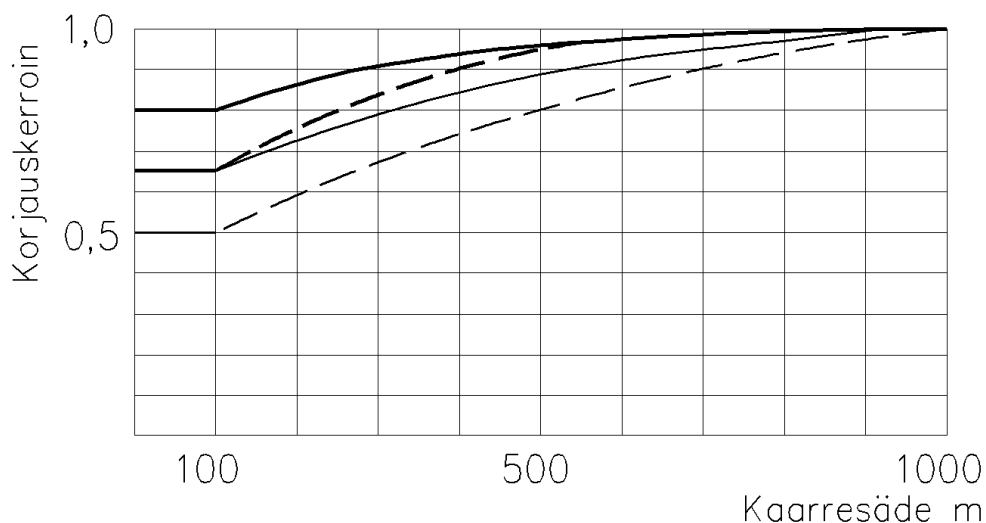
Kuva 20. Valaisemattoman moottoritien eritasoliittymä.





Kuva 21. Perusverkon eritasoliittymän valaistus. Jos erikoiskuljetukset kiertävät sillan ramppien kautta, rampeilla ja niiden välillä olevalla risteävällä tiellä käytetään 2-rivistä vastakkaista reunasijoitusta.

Pienisäteisessä kaarteessa enimmäispylväsväliä lyhennetään kuvan 22 mukaan.



Valaisimen sijainti

- ulkokaarteessa, päälysteluokat R1 ja R2
- ” ” R3 ja R4
- - sisäkaarteessa, ” R1 ja R2
- - ” ” R3 ja R4

Kuva 22. Pylväsvälin korjauskerroin

#### 3.4.4 Pysäköinti-, levähdys- ja palvelualueet

Muilla kuin moottoriteillä olevia pysäköinti- ja levähdysalueita ei yleensä valaista. Valaistulla tiellä päätien valaistus on yleensä riittävä, mutta viihtyisyyden ja valvonnan takia tai alueen koosta riippuen voidaan alueelle toteuttaa myös erillinen valaistus. Valaistusluokka valitaan kohdan 2.4.1.8 mukaan.

Jos pimeiden valta- ja kantateiden yhteydessä olevat palvelualueet valaistaan erikseen, valaistus on keskitettävä oleskelualueille. Valaisimien tulee olla rajoittaen säteileviä (esim. tasolasi) ohiajavia häiritsevän valon ja häikäisyn välttämiseksi.

Valaistulla moottoriväylällä levähdys- ja palvelualueen erkanemis- ja liittymisrampit valaistaan kuten eritasoliittymissä ja itse alue, sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tyypillä ja valolajilla.

Moottoriväylien palvelualueiden pysäköimis- ja huoltoasema-alueilla käytetään tähän ympäristöön ja toimintaan sopivia valaisimia.

### 3.5 Ohituskaistatiet ja keskikaidetiet

Eriluokkaisilla teillä olevien ohituskaistaosuuksien valaistustarve määritellään kohdassa 1.2.

Jos koko osuuden valaiseminen on kannattavaa, valaistus pyritään toteuttamaan yksirivisenä. Aloitusosan valaistus suunnitellaan kuten kuvan 14 mukaisessa pääsuunnassa kanavoidussa liittymässä.

Jos valaistus ei ole tarpeellinen mutta osuudella on keskikaide, aloitus- ja lopetusosuudet valaistaan, jos valaistuksen rakennuskustannukset ovat kohtuulliset ja ellei hankekohtaisesti ole muuta sovittu. Valaistuksen tyyppi ja sen pituus vaihtelee (200-400 m) kaistojen lukumäärän ja keskinäisen sijainnin mukaan.

### 3.6 Sopeutumisalueet

Sopeutumisalueet tarvitaan valaistusluokissa M1-M3b. Alue sijoitetaan suoralle tieosalle tai kaarteeseen, jonka säde on vähintään  $1,5 \times$  mitoitusnopeuden edellyttämä minimisäde. Jos kaarresäde on pienempi, tulee sopeutumisalue järjestää kaarteeseen jälkeen tai alueen pituuden verran ennen kaarretta.

Sopeutumisaluiden teoreettinen pituus on esitetty taulukossa 16. Käytännössä pituus voi ylittyä pylväsvälin mukaan.

Taulukko 16. Sopeutumisalueen pituus (m).

Valaistusluokka	Suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus km/h				
	120	100	80	60	50
M1	225	175	125	75	50
M2	200	150	100	50	-
M3a, M3b	150	100	60	-	-

Yksirivisen sopeutumisalueen valaistustyyppi on sama kuin valaistulla tieosuudella. Valaistusta vähennetään pienentämällä valaisimen tehoa niin, että kohdan 2.4.1.6 mukainen luminanssivaatimus täyttyy.

Kaksirivisessä tyypissä jätetään valaistulta osuudelta tultaessa oikealta puolelta valaisimet pois ja vasemmalla puolella pienennetään valaisimen tehoa niin, että kohdan 2.4.1.6 mukainen luminanssivaatimus täyttyy.

### 3.7 Suojatiet

1-rivisessä reunasijoituksessa pylväk sijoitetaan ajosuunnassa ennen suojatietä siten, että jalankulkijoihin kohdistuva pystytason valaistusvoimakkuus on mahdollisimman suuri.

2-rivisessä vastakkaisessa tai vuoroittaisessa reunasijoituksessa pylvääk sijoitetaan molemmiin puoliin ennen suojatietä ottaen huomioon ajosuunnat.



2-rivisessä keskiasennuksessa pylväs sijoitetaan jommassakummassa ajosuunnassa ennen suojatietä.

Hankekohtaisesti suojatien valaistusta voidaan myös parantaa

- 1-rivisessä reunasijoituksessa sijoittamalla yksittäinen pylväs toiselle puolelle tietä ajosuunnassa ennen suojatietä,
- 2-rivisessä keskiasennuksessa lyhentämällä pylväsväliä suojatien kohdalla.

Tavoiteltava pystytason keskimääräinen valaistusvoimakkuus on 20 lx ajosuunnassa suojatien keskellä, ajosuunnan ajokaistojen koko leveydeltä, 1 m korkeudelta. Tällöin suojatiellä oleva jalankulkija muodostaa riittävän positiivisen luminanssikontrastin taustaan nähden.

Valaistun päätien valaistuksen tulee olla 50 m suojatien molemmin puolin vähintään valaistusluokan M3a mukainen. Jos useamman suojatien väli on pienempi kuin 100 m, parannetaan koko osuuden valaistus M3a-luokan mukaiseksi, tutkitaan ovatko muut kevyen liikenteen järjestelyt tarpeen tai voidaanko osa suojateistä poistaa.

Suojateiden merkitsemistavan tulisi olla mahdollisimman johdonmukainen koko paikkakunnan sisääntuloteilla ja pääkaduilla.

Valaisemattomalla tiellä erillisen suojatien valaistuksen on ulotuttava 50 m:n päähän suojatiestä. Jos suojatie valaistetaan valaistusluokkana käytetään P2, jos ajonopeus on  $\geq 80$  km/h ja P3, jos nopeus on  $\leq 60$  km/h.

## 3.8 Satama-alueet ja laiturit

### 3.8.1 Lautta- ja lossilaiturit

Jos satamaan johtava tie on valaistu, laituriin liittyvän osuuden valaistusluokka on sama, mutta jonotusalueella vähintään M4. Valaistustyyppi määräytyy satamaan johtavan tien mukaan.

Lastausalueen valaistusluokka on C1.

Kanavalaitureiden jalankulku- ja köysien kiinnitysalueiden valaistusluokka on Co.

Valaisemattomilla, laitureihin liittyvillä teillä käytetään kohdassa 3.6 kuvattuja sopeutumisalueita.

### 3.8.2 Vähäliikenteiset laiturit

Vähäliikenteisiä laitureita ovat mantereen puolella olevat maantielaiturit sekä yhteysaluslaiturit saarella satunnaisesti liikkuvia aluksia tai veneitä varten. Näiden valaistusluokka on C5.

### 3.8.3 Suuret satamat

Jos maantie päättyy suureen matkustaja- tai tavarasatamaan, valaistusteknillisen vaatimusten osalta noudatetaan standardin SFS-EN 12464-2 vaatimuksia. Jos alueella on myös rautatieliikennettä, näiden osalta on otettava huomioon luvussa 8 esitetyt lisäohjeet ja lisävaatimukset.

Suurilla satama-alueilla käytetään yleensä mastovalaistausta.

### 3.8.4 Muut vaatimukset

Satama-alueiden ja laitureiden valaistuksen suunnittelussa on otettava huomioon vesiliikenteen häikäisyvaara. Lisäksi on varmistettava opasteiden riittävä näkyminen.

## 3.9 Linja-autopysäkit

Valaistulla tiellä linja-autopysäkit saavat yleensä riittävästi valoa päätien valaistuksesta ilman lisävalaisimia. Jos päätien valaisimet ovat tien vastakkaisella reunalla, voidaan pysäkin viereen asentaa tarvittaessa kaksi jalankulku- ja pyörätien valaisinta, jotta pysähtynyt auto ei aiheuttaisi varjoja.

Valaisemattoman tien pysäkki valaistaan yleensä, jos valaistu jalankulku- ja pyörätie kulkee sen kautta, pysäkki on suojatien yhteydessä tai runsasta henkilöliikennettä synnyttävän laitoksen läheisyydessä (teollisuuslaitos, koulu jne.).

Valaistusluokka valitaan kohdan 2.4.1.7 mukaan.

## 3.10 Tasoristeykset

Tien ja rautatien risteyskohdassa tie valaistaan tavanomaisella tievalaistuksella, ottaen huomioon rautatien opastinlaitteiden näkyvyys ja valon värit. Risteysalueen valaistus on aina suunniteltava yhteistyössä Liikenneviraston rautatieosaston kanssa.

## 3.11 Sillat

### 3.11.1 Risteyssillat

Siltojen valaistuksessa noudatetaan samoja ohjeita kuin tievalaistuksessa. Risteävien teiden optiseen ohjaukseen ja valaistukseen ei saa syntyä epäjatkuvuuskohtia. Lisäksi siltavalauksen on oltava sopusuhtainen ympäristöön ja itse siltarakenteeseen nähden.

Sillan alitse kulkevan tien valaisimet saattavat aiheuttaa sillan kannelle häiritsevää ja häikäisevää valoa. Pylvään ja sillan vähimmäisetäisyys määritellään niin, että tievalaisimen maksimivalovuoto alittaa reunapalkin. Leveän sillan alittavalle tielle voi muodostua varjoja. Näiden poistamiseksi ja sivusteiden (pilarit, maatuet) korostamiseksi sijoitetaan pilareiden väliin, reunimmaisten pilareiden eteen ja maatukien kohdalle tien valaistukseen sopiva valaistus. Sillanalusvalaistuksen sekä erillisen palkki- ja pilarivalaistuksen tapauksessa on suositeltavaa käyttää valkoista valoa. Sillan ollessa

niin leveä, ettei tien jatkuvuus ole selvä, siltaa on käsiteltävä lyhyenä tunnelina kohdan 5 mukaisesti.

Ylittävän tien siltavalaistus ei yleensä vaikuta alittavan tien oloihin. Suunnittelussa on kuitenkin otettava huomioon seuraavat seikat:

- alittavan tien optinen ohjaus ei saa häiriintyä,
- pylväiden sijoittamista lyhyille silloille on vältettävä,
- pitkillä silloilla pylväät sijoitetaan sillan pilareiden kohdalle tai symmetrisesti maatumien suhteen ja
- valaisimet tulee sijoittaa mahdollisimman kauaksi teiden risteämispisteestä.

Jos silta ylittää laivaväylän, on huolehdittava valaistuksen häikäisynestosta ja selvítettävä muut vesiliikenteen vaatimukset valaistuksen suhteen. Avattavien siltojen liikkuviin osiin ei saa laittaa valaisinylväitä. Pylväät voidaan sijoittaa maan puolelle tai sillan kiinteisiin osiin ja asentaa lisävalaisimia viimeisiin pylväisiin ennen liikkuvaa osaa. Avattavissa silloissa on otettava huomioon samat näkökohdat kuin laitureiden valaistuksessa.

### **3.11.2 Jalankulku- ja pyöräteiden alikulkukäytävät**

Jalankulku- ja pyörätien alikulkukäytävä valaistaan pimeään aikaan aina, kun se liittyy valaistuun jalankulku- ja pyörätiehen. Valaistusluokka on sama kuin avoimella väylällä mutta kuitenkin vähintään C4.

Alikulkukäytävän valaistuksen on toimittava päivisin, jos käytävän pituus on vähintään kuusi kertaa leveys tai yli 25 m. Tätä lyhyemmät käytävät valaistaan, jos silta on kaareva, alikulkukorkeus pieni tai seinät hyvin tummat. Jos alikulkukorkeus on poikkeukselliseen suuri, valaistus tarvitaan vasta edellistä pitemmissä käytävissä. Keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla  $\geq 100 \text{ lx}$  ja yleistasaisuuden  $U_0 \geq 0,40$ .

## **3.12 Liikennemerkkit**

Portaalien liikennemerkkejä ei valaista erikseen. Liikennemerkkien kalvotyyppin valinta ja portaalien sijoittaminen tievalaisimiin nähden on käsitelty Liikenneviraston ohjeessa **Liikennemerkkien rakenne ja pystytys**. Myös kannen kuvasarja havainnollistaa asiaa.

### 3.13 Erikoiskuljetusten reitit

Kuljetus tarvitsee erikoiskuljetusluvan, kun se ylittää normaaliliikenteelle sallitut mitta- ja/tai massarajat. Tyypillisiä erikoiskuljetuksia ovat jakamattomien esineiden, kuten koneiden, elementtien, rakennusten, nostureiden ja isojen tuotteiden, kuljetukset.

Suomeen on määritelty suurten erikoiskuljetusten reitistö (SEKV). Siinä mitoitusajoneuvon leveys on 7 m, korkeus 7 m ja pituus 40 m. ELY-keskusten erikoiskuljetusyhdyshenkilöiden lausunnon perusteella kääntyvillä suunnilla voidaan käyttää myös muita mitoitusajoneuvoja. Liikennevirasto on myös laatimassa erillistä ohjetta erikoiskuljetusten mitoista.

Kääntyville erikoiskuljetuksille tarkoitetut liittymät suunnitellaan ajoneuvosimuloinnin avulla. Kiertoliittymissä ja portaalien osittain tukkimissa kanavoiduissa liittymissä myös päätietä suoraan jatkavan erikoiskuljetusajoneuvon reitti on simuloitava. Simulointia vaikeuttaa se, että erikoiskuljetusajoneuvojen kääntymisominaisuudet vaihtelevat.

Valaistukseen liittyviä huomioon otettavia asioita ovat mm.:

- Alhaalla olevat ilmajohdot. Kuorman edessä olevan ohjurin avulla kohti suoraan tien yli meneviä valaistuksien ilmajohtoja voidaan nostaa. Menetelmä ei toimi tien vinosti ylittävän ilmajohdon tapauksessa. Ilmajohtojen korkeudet ja ylitysten suunnat tulee ottaa huomioon yksirivisen pylväsjonon puolenvaihtojen suunnittelussa.
- Jos erikoiskuljetusreitillä joudutaan käyttämään poikkeuksellisen pieniä asennuskorkeuksia tien ulkopuolisten syiden takia, valaisimet eivät saa jäädä liikennetilaan kuljetuksen esteeksi (esim. liian pitkät valaisinvarret, pylväät liian lähellä ajoradan reunaa jne.).
- Pääsuunnassa kanavoiduissa liittymissä portaalit suunnitellaan joko riittävän korkeiksi tai vältetään koko tien yli ulottuvia portaaleita. Tällöin erikoiskuljetus voi kiertää oman suunnan portaalin vastaantulijan kaistaa pitkin. Pitkissä saarekkeissa on varmistettava, että saarekkeen valaisinpylväät eivät estä portaalin kiertämistä esim. käyttämällä vastakkaista reunasijoitusta.
- Pienisäteisissä kaarteissa valaisinpylväät on sijoitettava kauemmaksi ajoradan reunasta. Valaistus on mitoitettava tämän perusteella.
- Liittymähaarojen välisissä sisäkaarteissa olevat kaiteet edellyttävät pientareen levantämistä.
- Kiertoliittymän keskialueelle voidaan tehdä kuljetusreitti suoraan ajaville erikoiskuljetuksille. Silloin tarvitaan nurmetettu päällysrakenne. Reitille ei saa pystyttää kiinteitä laitteita esim. valaisinpylväitä, taideteoksia yms. Kääntyvät kuljetukset voidaan ohjata vastavirtaan.

Kuvissa 14, 16 ja 17 on esimerkkejä erikoiskuljetusten kulkureiteistä.

Erikoiskuljetusten esteitä voidaan vähentää korvaamalla liittymähaarojen välissä sijaitsevat sisäkaarteiden pylväät kiertosaarekkeeseen sijoittavalla mastolla, jos valaistusteknilliset vaatimukset täyttyvät ja kustannukset sekä maisemakuva sallivat.

## 4 Maantiet taajamissa

### 4.1 Yleistä

Suurin osa taajamien maanteistä, kaavateistä ja kaduista valaistaan perustyyeillä ja vakiokalusteilla. Valaistuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon eri liikenteen lajit (moottoriajoneuvoliikenne, kevytliikenne jne.), ympäristön valaistus sekä välttää häikäisyä ja häiriövaloa aiheuttavia ratkaisuja.

Määriteltyjen kokonaisuuksien kuten rakennustavaltaan tai historiallisesti yhtenäisten alueiden, hallinto- ja liikekeskusten sekä valikoitujen katujaksojen valaistus voidaan toteuttaa siten, että se liittyy valaistustapansa osalta kokonaisuudeksi lähiympäristön kanssa. Valaistusratkaisujen tulee perustua tällaisissa kokonaisuuksissa alueen kaupunkikuvallisiin, arkkitehtonisiin, toiminnallisiin ja historiallisiin ominaisuuksiin. Monumentaalikohteita kuten siltoja läheisine katuosuuksineen voidaan käsitellä samalla tavalla kuin historiallisia kohteita. Erikoisuuksien tavoittelussa ei pidä liioitella valaistuksen ympäristöä luovaa vaikutusta.

Tällaisten alueiden valaisemista varten ei ole olemassa ihanteellisia kaikkia ryhmiä tyydyttäviä ratkaisuja tai malleja. Jokainen taajama on oma yksilönsä. Tässä luvussa esitetään osa-alueita ja näkökohtia, joiden käsittelyllä ja suunnittelulla tuotetaan toimivaa ja viihtyisää katu ympäristöä. Suunnittelu edellyttää monialaista yhteistyötä.

Luvussa 7 esitettyjä valaistussuunnittelun eri vaiheita tarkastelemalla voidaan laajalta alueelta osoittaa tavanomaiset ja erityiset alueet ja hallita muodostuvaa kokonaisuutta.

### 4.2 Lähtökohdat ja tavoitteet

Taajaman ulkopuolella olevien maanteiden ajoradat ja niiden välittömät ympäristöt valaistaan autonkuljettajan näkemisvaatimusten takia. Sen sijaan taajamien katumaisessa ympäristössä on monia valaistavia pintoja ja kohteita sekä useita havaintasijoita eri suunnista. Taajamissa liikenneturvallisuuden lisäksi valaistuksen tarkoituksena on parantaa jalankulkijoiden turvallisuuden tunnetta ja viihtyisyyttä sekä helpottaa suunnistamista.

Kadulla on runsaasti liikenteen lajeja ja tapahtumia. Liikenteessä olevat arvioivat helposti väärin toistensa tarkoituksia, varsinkin kun jalankulkijat ja pyöräilijät voivat liikkua arvaamattomasti. Jalankulku- ja pyörätien valaiseminen perustuu myös autoilijan tarpeeseen nähdä jalankulkijat ja pyöräilijät.

Valaistus on myös esteettömyyden parantamiskeino erilaisilla liikennepaikoilla ja heikkonäköisten jalankulkijoiden turvallisuutta lisäävä toimi. Esteetön kulku erilaisilla liikennepaikoilla edellyttää, että valaistuksella saadaan pysäkkien, alikulkujen ja kulkureittien tasoerot ja portaot erottumaan ympäristöstään riittävästi. Heikkonäköisten turvallisuutta voidaan parantaa järjestämällä riittävät luminanssikontrastit. Tähän on kiinnitettävä huomiota erityisesti portaiden ja muiden taserojen kohdalla.

Näkymien päätteet ja avautuvat maisemat ovat valaistussuunnittelun lähtökohtia. Valaistus voi saada taajamissa voimakkaan symbolisen merkityksen, joka viestii alueen toiminnoista, arvoista ja identiteetistä.

Valaistus on osa katutilan kokonaisuutta, johon kuuluvat muut kadun kalusteet, saarekkeet, istutukset, päällysteet, liikenteenohjauslaitteet, pysäkit, katokset, kioskit yms. Tasapainoinen ratkaisu syntyy eri osien yhteisvaikutuksesta ja eri tekniikka-alojen yhteistyöstä, jolloin yksikään tekijä ei tarpeettomasti korostu.

## 4.3 Valaistustavat

### 4.3.1 Yleistä

Liikenneväylät voidaan ryhmitellä usealla tavalla yhteystarpeen (valtakunta, seutu, paikallinen), hallinnollisten seikkojen (kuka vastaa ja maksaa) tai teknillisten ominaisuuksien perusteella. Tienkäyttäjä ei näistä ole kiinnostunut. Autonkuljettaja, kävelijä tai pyöräilijä tarkastelee väyliä näiden palvelutehtävän (liikkuminen, maankäyttöön liittyminen, eteneminen) ja liikenteen perusratkaisujen (liittymien toimintatapa, liikenne-erätyöt) mukaan.

Katujen toiminnallisen luokituksen ominaisuuksia käytetään suunniteltaessa verkko-kokonaisuuksia tai liikennekäytäviä. Useimmissa taajamissa on perusverkko: pääkadut, kokoojakadut ja tonttikadut. Näiden valaistustarpeet ovat kaupunkikuvan kannalta täysin erilaiset; samoin liike- ja kävelykatujen.

Valaistustapa valitaan liikenne- ja tieympäristön mukaan. Valaistustavan valinnalla voidaan osoittaa maanteiden, pääkatujen, kokoojakatujen ja tonttikatujen välinen hierarkia. Tienkäyttäjän on esimerkiksi helpompaa erottaa pääkadut tai sisääntulotiet muista kaduista, jos pääkadun valaistuksen asennuskorkeus on suurempi ja valaistusluokka korkeampi kuin muilla kaduilla. Taajamakeskustojen arvokkaimpia kohtia voidaan korostaa muuttamalla valaistustapaa tai valitsemalla muotoiluja rakenteita ja kalusteita. Tämä on tärkeää erityisesti historiallisissa kohteissa.

Valon määrä, valon värilämpötila sekä valaistustapa tukevat katu- ja tieverkon toiminnallista luokitusta. Johdonmukainen ja selkeä katuverkko ja sitä vahvistavat valaistustavat auttavat suunnistamista ja paikkojen tunnistamista. Valaistuksen tärkeimpinä tavoitteina on tukea toimintaa, turvallisuutta ja alueen hahmottamista kuntien julkisilla alueilla.

### 4.3.2 Maantie ja pääkatu

Sekä maantie taajamassa että pääkatu palvelevat seudullista ja taajaman eri osien välistä liikennettä. Nopeusrajoitus on 40-60 km/h ja kadunvarsipysäköinti on pääosin kielletty.

Tie- ja pääkatuvalaistus voidaan jakaa peruslaatuun ja korkeaan laatuun. Valinta laatu-erien välillä on esitetty tarveselvityksessä. Jos sitä ei ole, on tehtävä tarkastelu yleissuunnitelman periaatteella. Tie- ja pääkatuvalaistus toteutetaan pääsääntöisesti vakiovalmisteisilla perustyypeillä, kuva 23. Korkealaatuisessa valaistustavassa käytetään esim. maalattuja sekä muotoiluja rakenteita ja kalusteita, kuva 24.



Kuva 23. Vakiovalmisteisilla kalusteilla toteutettu taajaman sisääntulotien tievalaistus. a) Metallipylväät ja maakaapeli. b) Puupylväät ja ilmajohto.



Kuva 24. a) Tyypillinen pääkatu b) Liikenteen ehdoilla toteutetun pääkadun suuri-piirteinen katuvalaistus. Soveltuu osoittamaan liikenneympäristön muutoksen esim. moottoritiltä tultaessa.

#### 4.3.3 Kokoojakatu

Kokoojakatu palvelee taajaman osa-alueen sisäistä liikennettä ja alueen yhteyksiä pääkatuverkkoon. Nopeusrajoitus kokoojakadulla on 40–50 km/h. Kokoojakadulla voidaan käyttää rakenteellisia hidasteita ja kadunsuuntainen pysäköinti voi olla sallittu.

Valaistus toteutetaan katu ympäristön ilmeeseen sovitetuilla kalusteilla. Tyypillinen asennuskorkeus on 8–10 m ja kalusteet ovat pääsääntöisesti vakiovalmisteisia perustyyppisiä. Tiiviisti rakennetulla taajama-alueella valaistus voidaan ripustaa vaijereihin kadun yläpuolelle. Ripustusrakenteet kiinteistöjen seinille on suunniteltava huolellisesti ja rakenteiden kunnossapidosta on sovittava kiinteistöjen kanssa.

#### 4.3.4 Tonttikatu

Tonttikatu mahdollistaa ajoyhteyden tonteille. Nopeusrajoitus on 30–40 km/h. Tonttikaduilla voidaan käyttää rakenteellisia hidasteita ja pysäköinti on usein sallittu.

Taajamien tiheästi rakennetussa ympäristössä valaistus sovitetaan rakennusten korkeuteen ja arkkitehtuuriin. Asennuskorkeus on melko matala (6–8 m) ja kalusteet ovat pääsääntöisesti vakiovalmisteisia perustyyppisiä. Tiiviisti rakennetulla taajama-alueella valaistus voidaan ripustaa vaijereihin kadun yläpuolelle. Ripustusrakenteet kiinteistöjen seinille on suunniteltava huolellisesti ja rakenteiden kunnossapidosta on sovittava kiinteistöjen kanssa.

Keskusta-alueen ulkopuolisilla asuntokaduilla käytetään pelkistetympiä kalusteita.

#### 4.3.5 Hidaskatu, pihakatu

Hidas- ja pihakadun perusleveys on noin 3,5 m, kohtaamispaikassa leveys on noin 5,5 m ja nopeusrajoitus 20 km/h. Piha- ja hidaskaduilla eri liikennemuodot sekoittuvat ja pysäköinti on usein sallittu.

Valaistustapa suhteutetaan rakennusten korkeuteen ja katu ympäristön luonteeseen. Tyypillinen asennuskorkeus on 4–6 m ja seinäasennukset ovat mahdollisia jos yhteisen katuvalaistuksen toteuttaminen mitoiltaan rajoitetulla katualueella sitä edellyttää.

#### 4.3.6 Kävelykatu

Kävelykadulla on pääsääntöisesti vain jalankulkijoita ja mahdollisesti pyöräilijöitä. Huoltoajo ja tontille ajo saattaa olla sallittu.

Taajamakeskustoissa valaistus ja valaistusrakenteet sovitetaan alueen arkkitehtonisiin, toiminnallisiin ja historiallisiin ominaisuuksiin. Asennuskorkeus on usein matala (4–6 m). Pylvässijoitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Valaisemalla seinä- tai muita pystypintoja voidaan parantaa katutilan hahmottamista.



#### **4.3.7 Kevyen liikenteen alueet**

Kevyen liikenteen alueen valaistuksen tavoitteet ovat erilaiset riippuen siitä ollaanko metsä- tai puistoalueella vai kaupunkimaisessa ympäristössä. Valaistussuunnitelmista tulee ottaa huomioon alueen käyttö: miten ja miltä etäisyydeltä esimerkiksi vastaantuleva kävelijä ja pyöräilijä voidaan havaita.

Kevyen liikenteen alueilla valaistuksella on suuri vaikutus jalankulkijoiden yleiseen turvallisuuden tunteeseen.

Historiallisesti ja maisemallisesti arvokkailla alueilla valaistustapa sovitetaan ympäristön luonteeseen.

Julkisivuvalaistuksella ja esimerkiksi puiden tai taideteosten kohdevalaistuksella voidaan lisätä alueen hahmotettavuutta ja korostaa merkittäviä erityiskohteita. Valaistut pinnat katunäkymän tai maiseman päätteenä helpottavat suunnistamista ja luovat elämyksellistä kaupunkiympäristöä.

#### **4.3.8 Asemaympäristöt**

Valaistuksen tehtävänä on saada aikaan toimiva, turvallinen ja esteetön kulkuympäristö asema- ja matkakeskousympäristöissä. Asemaympäristössä on pysäkkejä, sisäänkäyntejä, alikulkukäytäviä ja portaita, pysäköintialueita, jalankulku- ja pyöräteitä ja ajoväyliä.

Asemarakennus saattaa muodostaa kaupunkikuvallisen maamerkin. Opasteet ja valomainokset ovat osa asemaympäristön valaistusta. Opasteiden ja muun ympäristön valaistus tulee ottaa huomioon esimerkiksi aseman sisäänkäyntien ja pysäkkialueiden valaistusta suunniteltaessa.

### **4.4 Valaistusteknilliset vaatimukset**

Taajamassa sijaitsevien maanteiden, katujen ja kevyen liikenteen alueiden valaistusteknilliset vaatimukset ja valaistusluokan valinta on esitetty luvussa 2.

## 4.5 Valaistuslaitteiden vaikutus kaupunkikuvaan

Kaikki erilaiset valaistustavat, valaistustyytit ja valaistuslaitteet vaikuttavat yhdessä alueen kaupunkikuvaan. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon alueen valaistuslaitteiden yhdessä muodostama kokonaisuus, ympäristön valaistus sekä kalusteiden keskinäinen sijoitus. Valaisimet tulee valita ja sijoittaa siten, etteivät ne aiheuta häiriövaloa, häikäisyä tai muita haittavaikutuksia alueella liikkuville tai kadunvarren liikkeisiin ja asuntoihin.

Valaistuslaitteet vaikuttavat ympäristössään yleensä useamman tuotteen ryhmänä tai jatkuvana sarjana. Ne helpottavat suunnistautumista kaduilla, toreilla, aukioilla ja puistoissa. Valaistuslaitteet voivat myös toimia maamerkkeinä, jotka helpottavat alueiden tunnistamista ja kertovat niiden luonteesta ja käytöstä. Esimerkiksi kävelykatujen matalat pylväävät kertovat alueen jalankulkuun luonteesta.

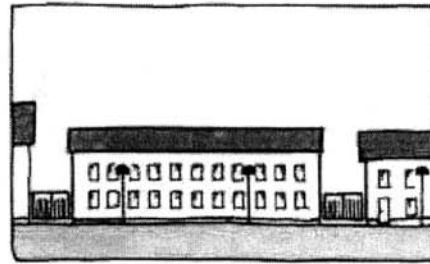
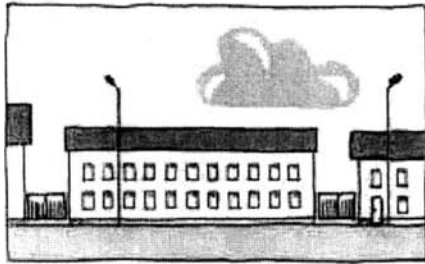
Valaistuslaitteiden yhtenäisellä värityksellä on päivänäkymässä selkiyttävä ja katu-ympäristön identiteettiä vahvistava merkitys. Valaistuslaitteilla ja niiden sijoituksella on suurempi merkitys kaupunkikuvan ja imagon osatekijöinä kävelypainotteisilla alueilla kuin ajoneuvoliikenteen alueilla. Valaistuslaitteet eivät saa estää tai vaikeuttaa alueen toimintoja, alueella sallittua huoltoliikennettä tai koneellista puhtaanapitoa.

Suunnittelussa on tuotettava selkeitä kokonaisuuksia, joissa on yhtenäinen tyyli ja kalusteet. Keskellä katuosuutta ei pidä äkisti käyttää vakiovalikoimasta täysin poikkeavia kalusteita.

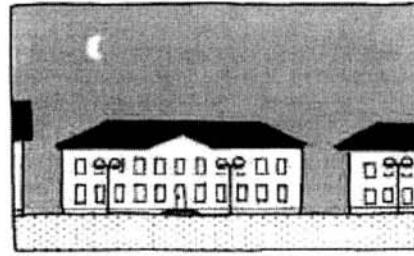
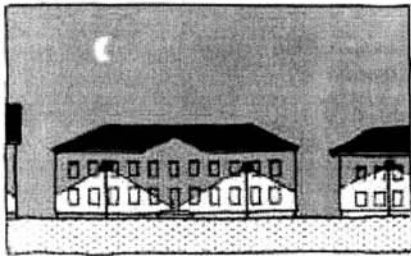
Matalalle asennettavia valaisimia käytettäessä on huolehdittava siitä, että turvallinen ja valaistusteknillisten vaatimusten mukainen valaistus saavutetaan siedettävillä kustannuksilla.

Valaistuslaitteet on usein perusteltua keskittää samalle vyöhykkeelle istutusten ja muiden kalusteiden kanssa sekä kaupunkikuvallisista että kunnossapitoteknisistä syistä. Myös valaisimien päivänäkymä tulee ottaa huomioon. Valaisimien lukumäärä, koko ja muoto herättävät huomiota ja toisinaan häiritsevät kaupunkikuvaa. Valaistuslaitteilla voidaan jäsentää tilaa ja ohjata alueen toimintoja visuaalisesti. Kadun reunalinjoille asennetut valaisinpylväsritvit auttavat hahmottamaan kulkuväylän suuntaa ja kokoa.

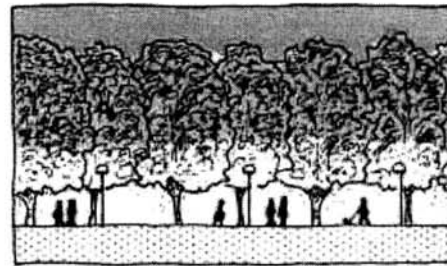
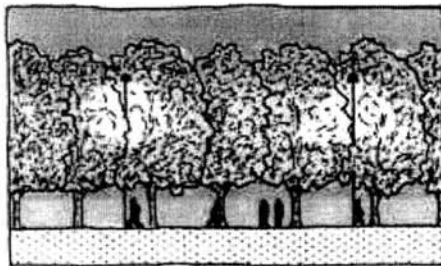
Yleisiä suunnitteluperiaatteita on kuvissa 25–30.



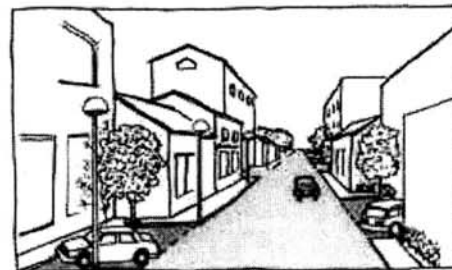
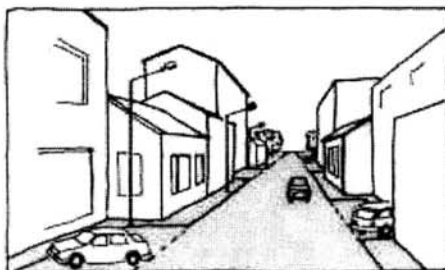
Asennuskorkeuden tulee olla sopusoinnussa rakennusten korkeuden kanssa.



Kaupunkikuvan kannalta arvokkaiden rakennusten yhteydessä käytetään valaisimia, jotka samalla valaisevat rakennuksen julkisivua.

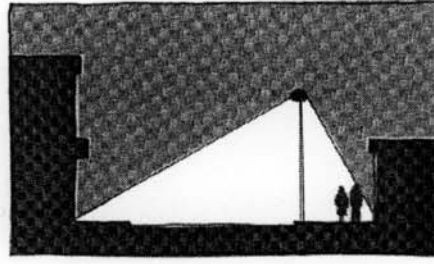
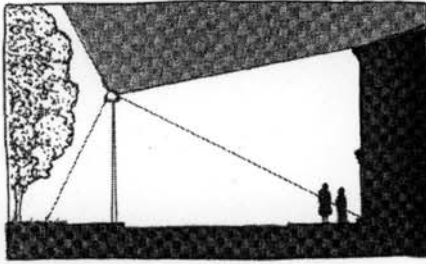


Puistojen valaisu katujen tapaan korkealta estää valon pääsyn lehvistön läpi puistokäytävälle. Toisaalta puut muodostavat umpinaisessa kaupunkirakenteessa tärkeän pehmentävän kontrastin, jota valon avulla tulisi korostaa.

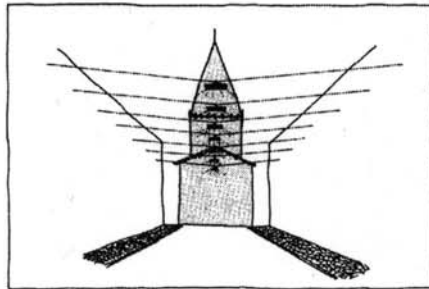
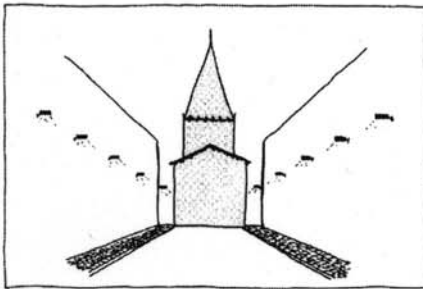


Epäyhtenäistä kaupunkikuvaa voidaan korjata sijoittamalla uudet, selkeämuotoiset valaisimet vanhaan katulinjaan. Samalla voidaan tehdä myös muita katu ympäristöä parantavia toimenpiteitä, kuten päällysteiden ja reunakivien uusimisia, puiden istutusta jne.

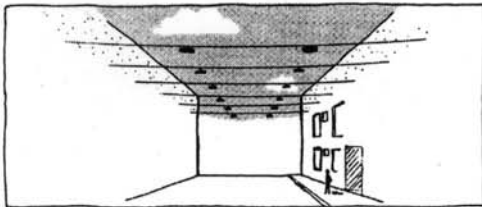
Kuva 25. Valaistus ja kadun mittasuhteet.



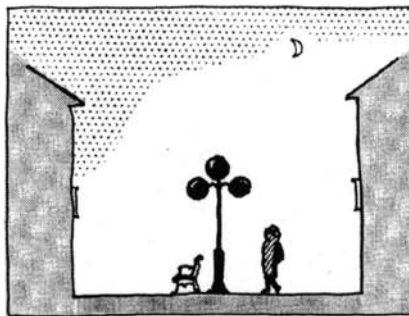
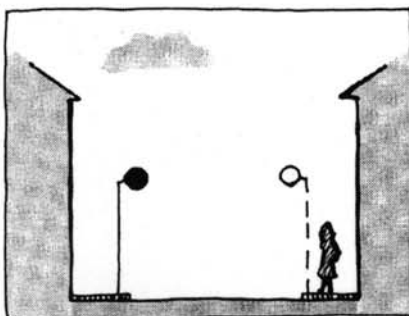
Valaisin, jonka kupu läpäisee valoa, antaa pääosan valosta ajoradalle, mutta valaisee myös ympäröiviä rakennuksia ja/ tai puustoa. Umpikupuinen, 6 metrin korkeuteen asennettu valaisin, jonka valo on suunnattu ajoradalle, muodostaa katukuvassa valo-  
ketjun, mutta ei korosta ympäristöä.



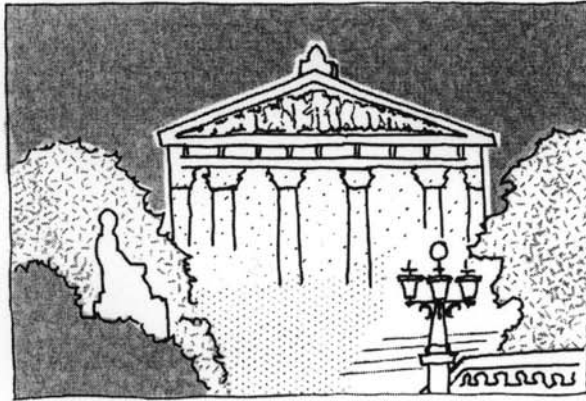
Kadun pääteenä olevaa, kaupunkikuvan kannalta merkittävää rakennusta ei saa piilottaa valaisimien taakse.



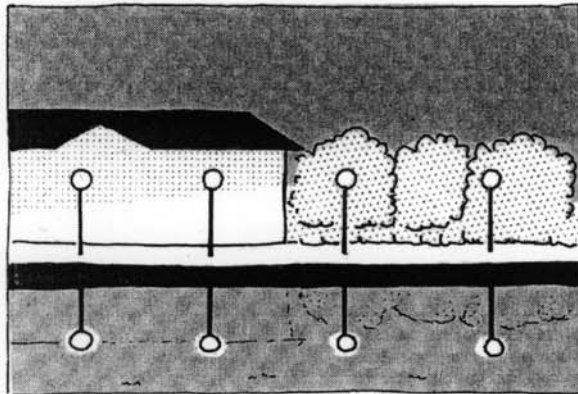
Katutilaa ei saa kattaa valaistusrakenteilla, jotka samalla estävät taivasnäkyvän.



Yksirivinen reunasijoitus on taloudellinen ja ulkonäöltään siisti; vuorottainen valaistustyyppi on vaihtoehto. Vapaasti säteilevät valaisintertut antavat kävelykadulle juhlaivan vaikutelman; seinille lankeaa sopivasti valoa.



Pimeän aikana voidaan kaupunkikuvassa korostaa yksityiskohtia, jotka päiväsaikaan jäävät vaille huomiota.



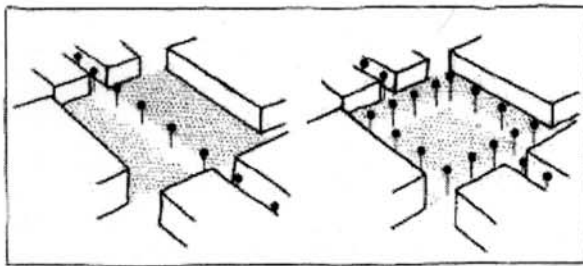
Vesielementti on kaupunkikuvassa tärkeä tekijä, koska se antaa omaleimaisuutta ja tuo tunnelmaa. Erityisesti veden heijastusvaikutusta tulisi käyttää hyväksi.

Kuva 27. Yksityiskohtien korostaminen.

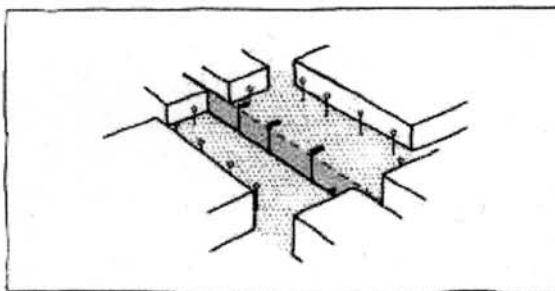


Valaisinvarret voidaan muotoilla esim. paikkakunnan tunnusmerkinä olevan tuntu- rin rinteen mukaan.

Kuva 28. Laitteiden muodot.

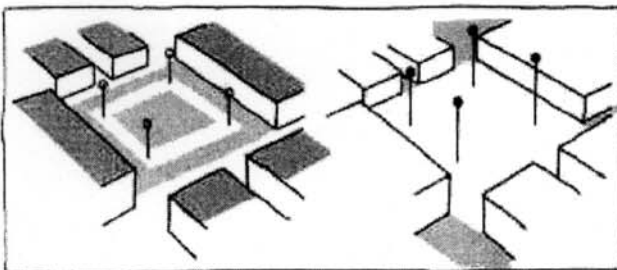


Katujen ja aukoiden vaihtelun tulee näkyä myös pimeällä. Aukion keskellä tarvitaan yleensä vähemmän valoa kuin sen laitamilla.

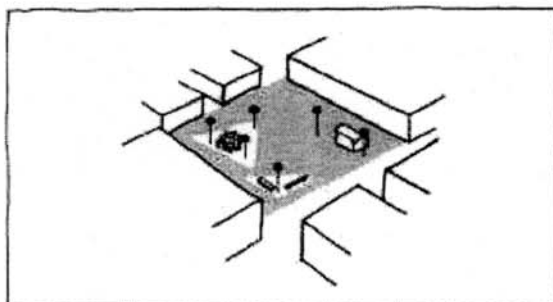


Jos pääkatu ylittää torin, autoliikennealue on valaistava aukiovalaistuksesta selvästi poikkeavilla kalusteilla.

Kuva 29. Valaistus ja torin liikenne.



Valaistuksen tulee korostaa aukion muotoa, ja sen tulee sopeutua ympäröivien rakennusten mittakaavaan. Suuri asennuskorkeus voi aiheuttaa aukean tilan vaikutelman, elleivät rakennukset ole korkeita ja niiden seinät saa valoa.



Valo on keskitettävä toimintojen, istutusten, patsaiden yms. läheisyyteen.

Kuva 30. Valaistus ja aukion toiminnot.

## 5 Autoliikennetunnelit

### 5.1 Valaistuksen tarkoitus

Direktiivissä 2004/54/EY on määritelty autoliikennetunnelin yleiset lähtökohdat ja tieverkon tunnelien turvallisuutta koskevat vähimmäisvaatimukset. Tähän perustuva kotimainen käytäntö on Liikenneviraston julkaisussa **Tietunnelien hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet**.

Tunnelissa pitää olla normaalivalaistus, joka takaa riittävän näkyvyyden päivällä ja yöllä. Turvalaistuksessa on oltava kaksi osaa: varavalistus ja evakuointivalaistus.

Valaistuksen tarkoitus on taata päivällä ja yöllä sellaiset olosuhteet, että ajoneuvot voivat lähestyä tunnelia, ajaa sen sisälle ja ulos tie- tai katuluokan edellyttämällä nopeudella liikenneturvallisuuden ja ajomukavuuden ollessa mahdollisimman lähellä avoimen väylän ominaisuuksia. Tällaiset olot vallitsevat, kun kuljettaja näkee pysähtymismatkan etäisyydellä ajoradan, sillä olevat toiset ajoneuvot ja niiden liikkeet.

Tunnelivalaistuksen tärkeimmät valaistusteknilliset tekijät ovat:

- ajoradan ja seinien alaosan luminanssitasot,
- luminanssin tasaisuudet,
- häikäisyn rajoitus ja
- vilkkumisen välttäminen.

Tunnelivalaistuksen pääosat ovat:

#### 1. Normaalivalaistus

- Päivävalaistus
  - valaistus, jolle on tyypillistä ulkopuolisesta luonnonvalosta riippuvat korkeat luminanssitasot sisäänajo-osuudella.
- Yövalaistus
  - yöllä hiljaisen liikenteen aikana käytettävä valaistus.

#### 2. Turvalaistus

- Varavalistus
  - osa päivävalaistuksesta, jolla tuotetaan vähimmäisluminanssi sähkökatkoksen aikana niin, että normaalitoiminta voi jatkua.
- Evakuointivalaistus
  - onnettomuustilanteissa, esim. tulipalo, tällä ohjataan tunnelin käyttäjiä poistumaan jalkaisin.

## 5.2 Yleiset periaatteet

### 5.2.1 Olosuhteet

Tunnelissa vallitsevat tie- ja liikenneolot poikkeavat avoimesta tilanteesta. Nämä vaikuttavat liikenneturvallisuuteen ja sitä kautta valaistuksen tarpeeseen sekä valaistustapaan ja -tyyppiin.

### 5.2.2 Tunnelin pituus

Eripituisten tunneleiden valaistusteknilliset vaatimukset riippuvat siitä, missä määrin lähestyvän auton kuljettaja näkee tunnelin lävitse. Valaistuksen kannalta tunnelit ovat:

- geometrisesti pitkiä,
- optisesti pitkiä ja
- lyhyitä.

### 5.2.3 Sisäänajo-osuuden valaistustavat

Sisäänajo-osuuden (kuvan 31 kynnys- ja siirtymäalue yhteensä) valaistus voidaan hoitaa joko sähkö- tai päivänvalolla.

Päivänvalontapauksessa valoa ohjataan tien yläpuolelle asennetuilla ritalöillä. Näiden käyttöä ei kuitenkaan suositella.

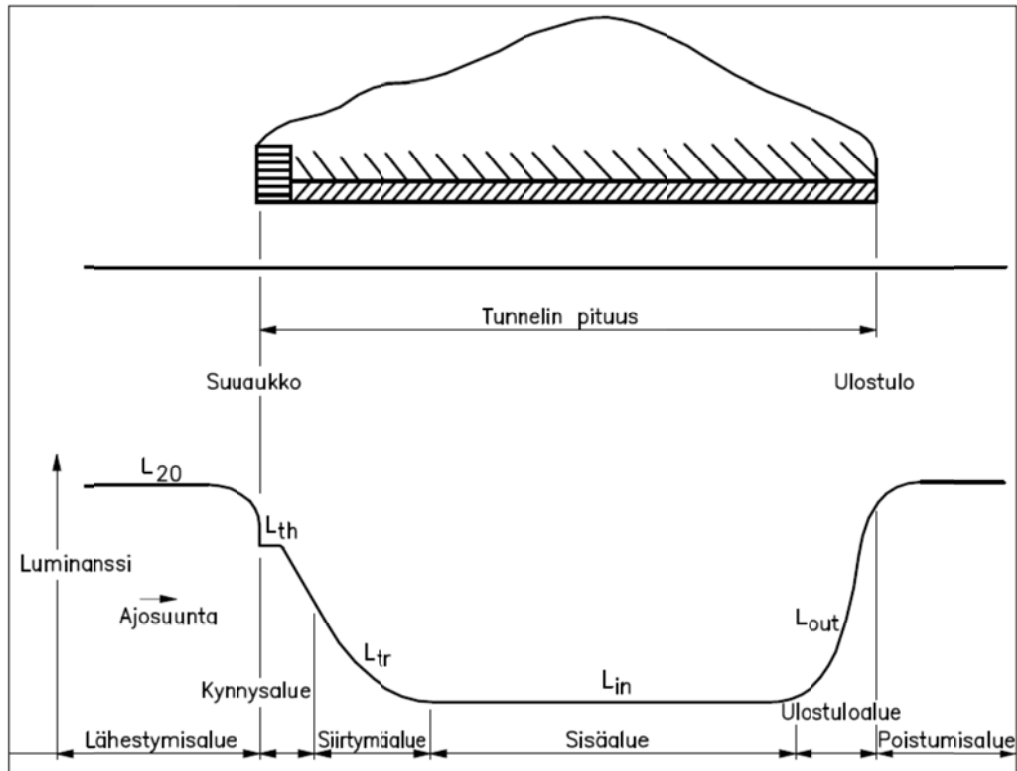
## 5.3 Pitkän tunnelin valaistus

### 5.3.1 Päivävalaistus

#### 5.3.1.1 Lähtökohdat

Tunnelivalaistuksella vähennetään tai poistetaan visuaalisen sopeutumistason erot, jotta kuljettaja pystyy näkemään tarkasti ajoradan tunnelin ulko- ja sisäpuolella. Tilanne on kriittisin päivällä, koska silmät eivät voi samanaikaisesti aistia kirkkaassa päivänvalossa ja tunnelin pimeydessä olevia liikennetilanteita yksityiskohtia. Ihmissilmä kykenee sopeutumaan varsin suuriin ympäristön valoisuuden muutoksiin, mutta ta-soerosta riippuvan ajan kuluessa. Tunneliin ajettaessa tämä edellyttää nopeudesta ja luminanssitasoista määräytyvää matkaa ennen kuin kuljettajan silmät ovat tottuneet sisäosan valoisuuteen.





Kuva 31. Tunnelivalaistuksen alueet. Pimeällä kun kynnyks- ja siirtymäaluetta ei tarvita sisäalue kattaa koko tunnelin osuuden.

Tunnelin valaistus järjestetään viiden alueen avulla, kuva 31.

### 5.3.1.2 Lähestymisluminanssi

Lähestymisalue on välittömästi suuaukon ulkopuolella sijaitseva tieosa, jolta kuljettajan on pystyttävä näkemään tunnelin sisälle.

Kun ajoneuvo lähestyy päivänvalossa tunnelia, kuljettajan näkökentässä vallitseva luminanssi riippuu erilaisten pintojen valoisuudesta, ympäristön heijastusominaisuuksista, näkyvissä olevasta taivaan osuudesta sekä tunnelin sijainnista ja suunnasta. Samanaikaisesti tapahtuva valon sironta ilmassa ja hajonta tuulilasissa synnyttävät harsoluminanssin, joka vähentää kontrastia. Tämä vaikeuttaa näkemistä ja havaitsemista.

Maanteillä olevissa tunneleissa lähestymisluminanssi määritellään  $L_{20}$ -menetelmällä. Tämä tarkoittaa pysähtymismatkan etäisyydelle ennen suuaukkoa asetetun  $20^\circ$  näkökartion sisällä vallitsevaa luminanssia, joka voidaan laskea tai mitata.

Perspektiivikuvaan tai valokuvaan piirretystä  $L_{20}$ -ympyrästä mitataan taivaan, tien ja ympäristön osuudet.

Luminanssi lasketaan kaavalla (1) käyttäen erilaisten alueiden kokemuseräisiä arvoja, taulukko 17.

$$L_{20} = \gamma L_C + \rho L_R + \varepsilon L_E + \tau L_{th} \quad (1)$$

jossa

$\gamma$	on taivaan,
$\rho$	tien,
$\varepsilon$	ympäristön ja
$\tau$	tunnelin suuaukon osuus näkökentän pinta-alasta;
$L_C$	on taivaan,
$L_R$	tien,
$L_E$	ympäristön ja
$L_{th}$	kynnysalueen luminanssi.

Kertoimien  $\gamma$ ,  $\rho$ ,  $\varepsilon$  ja  $\tau$  summan tulee olla yksi.

Taulukko 17. Näkökentän osien keskimääräinen luminanssi ( $\text{kcd}/\text{m}^2$ ).

Ajosuunta	$L_C$	$L_R$	$L_E$			
			kallio tai tumma rakennus	normaali tai vaalea rakennus	lumi	nurmikko
Pohjoiseen	8	3	3	8	15	2
Länteen tai itään	12	4	2	6	15	2
Etelään	16	5	1	4	15	2

Lähestymisluminanssiin voidaan vaikuttaa tien suuntauksella ja rakennusteknisin keinoin. Luminanssia on pyrittävä pienentämään rajoittamalla päivänvalon pääsyä lähestymisalueelle ja vähentämällä lähiympäristön pintojen valoisuutta. Käyttökelpoisia rakenteita ovat:

- tumma ja karkea (mahdollisimman hajaheijastava) ajoradan päällyste,
- tummat ja karkeat leikkausluiskat, tukimuurit, esim. puut, pensaat ja maalaus,
- mahdollisimman kapea ja jyrkkäluiskainen leikkaus,
- tumma ja karkea tunnelin suuaukon ympäristö,
- tunnelin suuaukon suuntaus sekä sen ympäristön muotoilu ja käsittely siten, ettei alhaalla oleva aurinko tai kirkas taivas tule taustaksi ja
- korkea tunnelin tai ritiläkaton suuaukko.

### 5.3.1.3 Kynnysalueen luminanssi

$L_{20}$ -menetelmää käytettäessä kynnysalueen alkuosalla tarvittava luminanssi lasketaan kaavalla (2).

$$L_{th} = k \cdot L_{20}, \quad (2)$$

jossa

$L_{th}$  on kynnysalueen luminanssi,

$L_{20}$  lähestymisalueen luminanssi ja

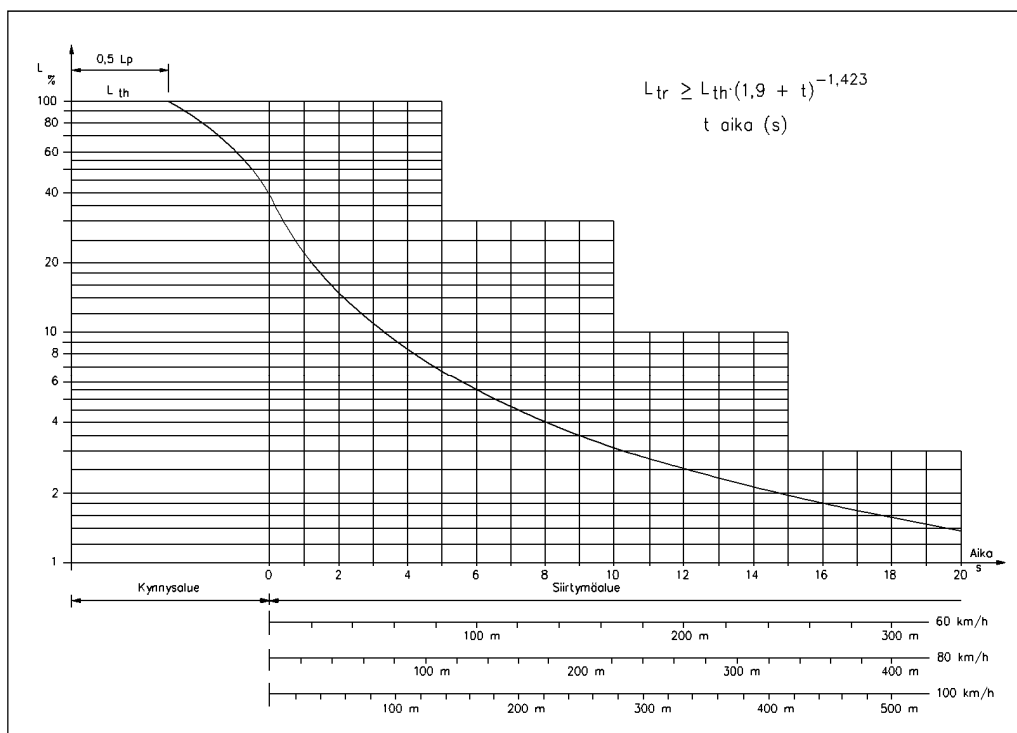
$k$  luminanssikerroin.

Luminanssikerroin ( $k$ ) ja pysähtymismatka valitaan taulukosta 18.

Taulukko 18. Luminanssikerroin ( $k$ ) ja pysähtymismatka.

Suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus (km/h)	$k$	Pysähtymismatka (m)
$\leq 60$	0,04	75
80	0,05	120
100	0,07	180
120	0,10	260

Kynnysalue on pysähtymismatkan pituinen. Kynnysalueen alkupuoliskolla keskimääräisen luminanssin on oltava täydessä arvossaan. Tämän jälkeen sitä voidaan vähentää kuvan 32 käyrää noudattaen. Luminanssin tulee täyttää vaatimukset koko tien (ajorata ja pientareet) leveydellä. Märän päällysteen valaistusteknillisiä vaatimuksia ei oteta huomioon.



Kuva 32. Siirtymäalueen luminanssi.

#### **5.3.1.4 Siirtymäalueen luminanssi**

Siirtymäalueella olevat ajoneuvot ja niiden liikkeet on mahdollista havaita riittävällä etäisyydellä, jos sopeutuminen alenevaan luminanssiin tapahtuu kuvan 32 käyrän mukaan. Luminanssia vähennetään portaittain (suhteessa 3:1) tai portaattomasti niin, että arvo ei missään kohdassa laske käyrän alapuolelle.

Siirtymäalue päättyy siinä kohdassa, missä luminanssi on sama kuin sisäalueen arvo.

Luminanssin tulee täyttää vaatimukset koko tien (ajorata ja pientareet) leveydellä. Märän päällysteen valaistusteknillisiä vaatimuksia ei oteta huomioon.

#### **5.3.1.5 Sisäalueen luminanssi**

Sisäalueen valaistus on aina päällä. Pimeällä, kun kynnys- ja siirtymäaluetta ei tarvita sisäalue kattaa koko tunnelin osuuden. Valaistusta voidaan vähentää hiljaisen liikenteen aikana kohdan 5.3.2 mukaisesti.

Sisäalueen keskimääräisen luminanssin tulee olla vähintään kaksinkertainen tunneliin johtavan tien keskimääräiseen luminanssiin verrattuna. Tievalaistuksen ollessa päällä sisäalueen valaistus aloitetaan ja lopetetaan siinä kohdassa, jossa tievalaistuksen tuottama luminanssi on vähintään sama kuin sisäalueen luminanssi. Tämä varmistetaan sijoittamalla tunnelin suuaukkoja lähinnä olevat valaisimet riittävän lähelle. Päivänvalolla sisäalueen valaistus lopetetaan siinä kohdassa, jossa luonnonvalon tuottama luminanssi on vähintään sama kuin sisäalueen luminanssi.

Luminanssin tulee täyttää vaatimukset koko tien (ajorata ja pientareet) leveydellä. Märän päällysteen valaistusteknillisiä vaatimuksia ei oteta huomioon.

Energiakustannusten vähentämiseksi tulee tunnelin sisäosan heijastusominaisuuksien olla mahdollisimman hyvät. Tämä saadaan aikaan käyttämällä vaaleita ja karkeitä tienpäällysteitä sekä seinien vaaleata ja tasaista pintakäsittelyä.

#### **5.3.1.6 Ulostuloalueen luminanssi**

Ulostuloalue valaistaan yleensä samalla tavalla kuin sisäalue.

Jos vilkasliikenteisen tunnelin ulostuloaukon läheisyydessä on tavallista suurempi onnettomuusriski, luminanssia voidaan päivällä lisätä pysähtymismatkan pituudella portaittain (3:1) tai portaattomasti niin, että se saavuttaa viisinkertaisen sisäalueen arvon 20 m ennen suuaukkoa.

#### **5.3.1.7 Luminanssin yleis- ja pitkittäistasaisuus**

Luminanssin yleistasaisuuden  $U_0$  tulee olla kaikilla mitoitusalueilla vähintään 0,40 ja pitkittäistasaisuuden  $U_l$  vastaavasti vähintään 0,60.

#### **5.3.1.8 Häikäisy**

Estohäikäisy on rajoitettava päivällä kaikilla mitoitusalueilla paitsi ulostulo-osuudella niin, että  $f_{TI} \leq 15 \%$ . Yöllä vaatimusten tulee täyttyä koko tunnelin pituudella.

Estohäikäisy lasketaan standardin SFS-EN 13201-3 mukaan.

### **5.3.1.9 Vilkkuminen**

Samanaikaisesti päällä olevat valaisimet on sijoitettava sellaiselle etäisyydelle toisistaan, että suunnittelunopeudella ajettaessa vaihtelevan luminanssin taajuuksia 4-11 Hz ei esiinny, eikä vilkkumisen kesto ole yli 20 s. Tämä tarkoittaa sitä, että 100 km/h nopeudessa on vältettävä valaisinväliä 2,5...7 m, kun matkan pituus on yli 550 m. Nopeudella 80 km/h vastaavat luvut ovat 2...5,5 m ja 450 m sekä nopeudella 120 km/h 3...8 m ja 650 m.

### **5.3.1.10 Seinien luminanssi ja sen yleistasaisuus**

Seinien keskimääräisen luminanssin tulee olla 2 m korkeuteen 60 % ajoradan arvosta. Seinien luminanssin yleistasaisuuden  $U_0$  tulee olla 2 m korkeuteen vähintään 0,40. Tämä saadaan aikaan mm. käyttämällä seinien vaaleata pintakäsittelyä.

### **5.3.2 Yövalaistus**

Tunnelin yövalaistus tarkoittaa yöllä hiljaisen liikenteen aikana käytettävää himmennettyä valaistusta. Yövalaistuksen ohjausajat ovat yleensä samat kuin tievalaistuksessa.

Jos tievalaistusta himmennetään, tunnelin yövalaistuksen tulee olla vähintään kaksinkertainen tunneliin johtavan tien himmennettyyn keskimääräiseen luminanssiin verrattuna.

Jos tievalaistusta ei himmennetä, tunnelin yövalaistus voidaan ottaa käyttöön. Tällöin yövalaistuksen keskimääräinen luminanssi on vähintään sama kuin vapaalla tieosalla.

Luminanssin tasaisuusvaatimukset ovat samat kuin päivävalaistuksessa, eli kohdan 5.3.1.7 mukaiset.

Jos tunneli on valaisemattomalla tiellä, keskimääräisen luminanssin tulee olla vähintään 1 cd/m<sup>2</sup> ja luminanssin tasaisuuksien samat kuin päivävalaistuksessa. Molemmiin puolin olevat tunnelin lähialueet käsitellään kohdan 5.5 mukaan.

## **5.4 Lyhyen tunnelin valaistus**

### **5.4.1 Lähtökohdat**

Tunneli on lyhyt, kun sen ulostuloaukko on osittain näkyvissä tarkastelupisteestä T, 60 m ennen sisäänajosuuaukkoa. Lyhyen tunnelin pituus on yleensä alle 350 m.

Valaistustarve riippuu siitä, kuinka suuren osan ulostuloaukko muodostaa mustan kehyksen määrittelemästä alueesta. Valaistuksen päätehtävä on mahdollistaa edellä menevän ajoneuvon ja ajosuoritustilanteen havaitseminen – ei pienten kohteiden – jolloin pitkän tunnelin päivävalaistusta alempi valaistustaso on perusteltua.

## 5.4.2 Päivävalaistuksen mitoitusperusteet

### 5.4.2.1 Läpinäkymisaste

Läpinäkymistä tarkastellaan tunnelin perspektiivikuvan (kuva 33) avulla, joka on piirretty tarkastelupisteestä T, 60 m ennen sisäänajosuaukkoa, kriittisimmän kaistan keskeltä ja 1,5 m korkeudelta. Olemassa olevien tunneleiden tarkastelu tehdään tarkastelupisteestä T otetusta valokuvasta.

Läpinäkymisaste LNA (%) lasketaan suuaukkojen näkyvien pinta-alojen avulla kaavalla (3)

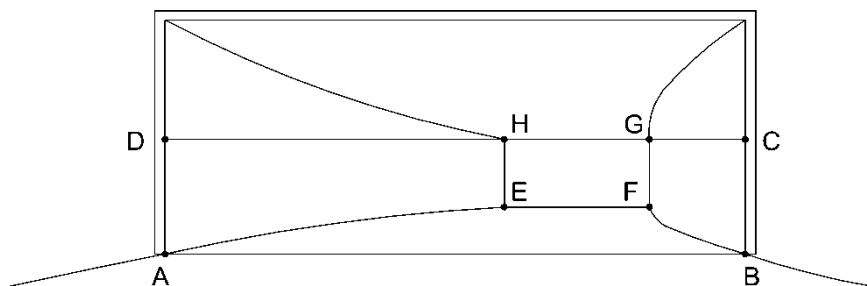
$$LNA = 100 \cdot \frac{A_{ut}}{A_{sa}}, \quad (3)$$

jossa

$A_{ut}$  on ulostulosuuaukon pinta-ala, kuva 33 ja

$A_{sa}$  sisäänajosuaukon pinta-ala, kuva 33.

Sisäänajosuaukon pinta-alaa määritettäessä tunnelin kattoa ei oteta huomioon, koska se ei yleensä tule ajoradalla olevien ajoneuvojen taustaksi.



Kuva 33. Tunnelin perspektiivikuva. Ulostulosuuaukon pinta-ala  $A_{ut}$  (EFGH) ja sisäänajosuaukon pinta-ala  $A_{sa}$  (ABCD).

### 5.4.2.2 Valaistustarve

Kun ulostulosuuaukko ei näy,  $LNA = 0 \%$ , tunneli on valaistuksen kannalta pitkä, jolloin valaistus suunnitellaan kohdan 5.3 mukaan.

Lyhyen tunnelin päivävalaistus on tarpeellinen, kun kohdan 5.4.2.1 mukaan laskettu läpinäkymisaste  $0 \% < LNA < 20 \%$  ja tarpeeton jos  $LNA \geq 50$ . Arvoilla  $20 \% \leq LNA < 50 \%$  tarve on harkittava hankekohtaisesti ottaen huomioon:

- tunnelin suuntaus ja asento,
- tunnelin päällä olevat rakenteet ja maasto,
- seinien heijastusominaisuudet,
- suunnittelunopeus tai nopeusrajoitus ja
- liikenteen koostumus.

### 5.4.3 Päivävalaistus

Lyhyen tunnelin päivävalaistuksen valaistusteknisissä laskennoissa käytetään taulukon 19 mukaisia mitoitusarvoja, joilla taataan riittävät havaitsemis- ja sopeutumisolosuhteet kuljettajille kuitenkin niin, että kynnys- ja siirtymäalueet mahtuvat tunnelin sisälle. Taulukon 19 mukaisia mitoitusarvoja tulee käyttää ainoastaan tunneleiden valaistusta suunniteltaessa ja ainoastaan lyhyiden tunneleiden tapauksessa.

*Taulukko 19. Valaistusteknisissä laskennoissa käytettävät mitoitusarvot ja pysähtymismatkat.*

Tien suunnittelunopeus tai nopeakrajoitus (km/h)	Tunnelin valaistusteknisissä laskennoissa käytettävä mitoitusarvo (km/h)	Pysähtymismatka (m)
50	35	30
60	40	35
80	45	45
100	50	55
120	55	65

Kynnysalueen luminanssi lasketaan kohdan 5.3.1.3 mukaan. Luminanssikerroin  $k$  on puolet taulukon 18 arvoista.

Siirtymäalueen valaistus käsitellään kohdan 5.3.1.4 mukaan. Siirtymäalue päättyy siinä kohdassa, missä luminanssi on kolminkertainen sisäalueen arvo.

Sisäalueen luminanssi on kohdan 5.3.1.5 mukainen arvo.

Ulostuloalueen valaistus käsitellään kohdan 5.3.1.6 mukaan.

Luminanssin yleis- ja pitkittäistasaisuudet ovat määritelty kohdassa 5.3.1.7.

Häikäisyä tarkastellaan kohdan 5.3.1.8 mukaan.

Seinien luminanssi- ja yleistasaisuusarvot ovat määritelty kohdassa 5.3.1.10.

### 5.4.4 Yövalaistus

Noudatetaan kohtaa 5.3.2.

## 5.5 Poistumisalueen valaistus

Jos tunneli on valaisemattomalla tiellä ja suunnittelunopeus tai nopeakrajoitus on  $\geq 50$  km/h, ulostulosuaukon jälkeen tie valaistetaan kaksinkertaisen pysähtymismatkan, mutta enintään 200 m pituudelta.

Keskimääräinen luminanssi on vähintään kolmasosa tunnelin yövalaistuksen arvosta. Jos se on  $\geq 1$  cd/m<sup>2</sup>, on poistumisalueen loppuun järjestettävä sopeutumisalue kuten tievalaistuksessa.

## 5.6 Turvavalaistus

### 5.6.1 Varavalaistus

Jos normaali sähkönsyöttö katkeaa, osan valaistuksesta on pysyttävä toiminnassa. Tällä vähennetään paniikkia, taataan vähimmäisvalaistus nopeusrajoituksen aikana ja tuetaan kunnossapitotöitä. Autoliikenne toimii normaalisti.

Varavalaistus syttyy katkeamattomaksi 15 min ajaksi. Luminanssin tulee olla  $L_m \geq 1$  cd/m<sup>2</sup> ja yleistasaisuuden  $U_o \geq 0,10$ . Yleensä osa sisäalueen valaistusportaan valaisimista muodostaa varavalaistuksen.

Varavalaistusta ei tarvita, jos vähintään toinen suuaukko on näkyvässä.

### 5.6.2 Evakuointivalaistus

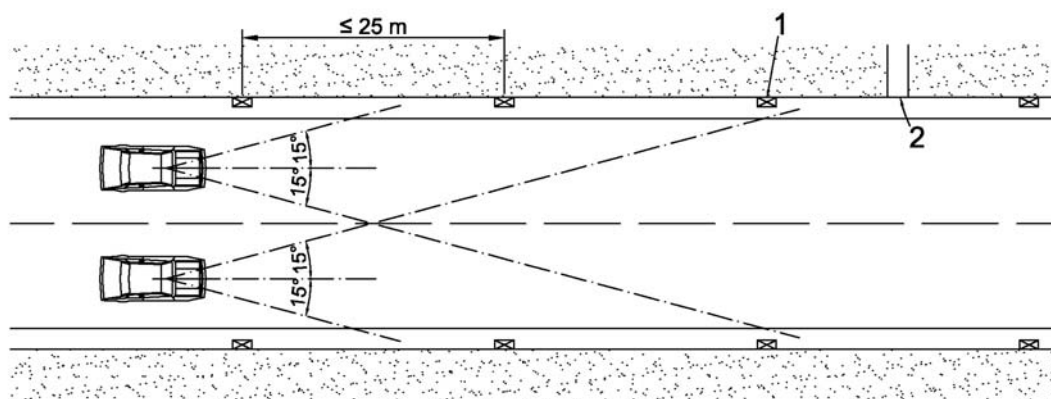
#### 5.6.2.1 Normaali näkyvyys

Kun näkyvyys on normaali, päivä-, yö- tai varavalaistus on riittävä jalankulkijoiden tarpeisiin.

Evakuointivalaistusta tarvitaan, kun ihmiset jättävät ajoneuvonsa ja poistuvat jalkaisin. Evakuointivalaistusta käytetään myös sähkökatkoksen aikana, jos varavalaistusta ei ole.

Jatkuvasti palavilla, sisältä valaistuilla poistumisopasteilla näytetään etäisyys viereisille poistumisoville tai suuaukoille. Evakuointivalaistuksen yleiset perusteet ja vaatimukset ovat standardissa SFS-EN 16276. Lisäohjeita on julkaisussa CEN/CR 14380. Evakuointivalaistuksen tulee toimia vähintään 30 min.

Poistumisopasteet asennetaan enintään 25 m välein ja 1,5 m korkeudelle sille puolelle tunneliputkea, jolla poistumisovet ovat. Jos poistumisovia ei ole, poistumisopasteet asennetaan ulkopientareen puoleiselle seinälle. Jos kaistoja on kolme tai enemmän, poistumisopasteet asennetaan molemmin puolin edellyttäen, että ohjaus poistumisoville on selkeä. Opasteiden valovoima saa olla enintään 40 cd kartiossa, jonka avauskulma on  $2 \times 15^\circ$ , kuva 34.



Kuva 34. Poistumisopaste ja valaisin (1) sekä poistumisovi (2).



### **5.6.2.2 Huono näkyvyys**

Onnettomuustilanteissa, esim. tulipalo, koko ajorata muuttuu jalankulkualueeksi. Savun täyttämässä tunnelissa ajoradan näkyvyyttä parannetaan sytyttämällä poistumisopasteissa olevat lisävalaisimet.

Kaikissa suunnissa, joista jalankulkijat voivat nähdä poistumisopasteen, sen valovoiman tulee olla vähintään 0,1 cd opastevälin metriä kohti kuitenkin  $\geq 1$  cd. Kun opasteväli on 25 m, valovoima on vähintään 2,5 cd. Lisävalaisimien valovoiman tulee olla  $\geq 25$  cd pystytasossa  $-60^\circ/+20^\circ$  ja vaakatasossa  $-85^\circ/+85^\circ$ .

Jos tunneliputken leveys on suurempi kuin opasteväli, valovoima lasketaan leveyden mukaan.

### **5.6.3 Yhdyskäytävien valaistus**

#### **5.6.3.1 Ajoneuvokäytävät**

Vaakataso keskimääräisen valaistusvoimakkuuden ja yleistasaisuuden tulee olla sama kuin tunnelin sisäalueen valaistuksessa.

Valaistuksen tulee toimia katkeamattomasti käytävän avaamisen jälkeen.

#### **5.6.3.2 Poistumisovien valaiseminen ja merkitseminen**

Poistumisoven sijainti osoitetaan molemmista suunnista luettavissa olevalla sisältä valaistulla poistumistaululla, jossa on esimerkiksi symbolit "Hätäpoistumistie", "Sammutin", "Hätäpuhelin" ja "Palopainike", kuva 35.

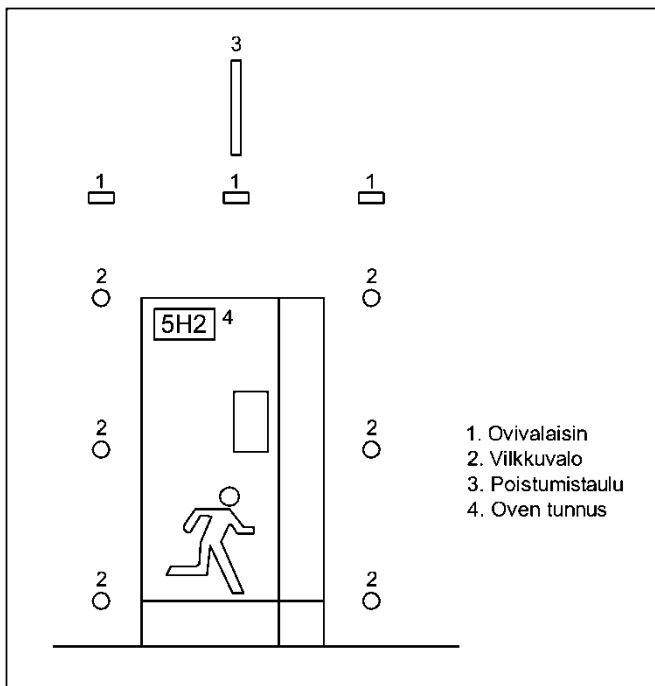
Ovi maalataan vihreällä.

Oven ja aukon molemmin puolin 2 m matkalla seinien pystytason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla  $E_v \geq 100$  lx. Yleistasaisuuden tulee olla  $U_o \geq 0,60$ .

Valonlähteiden värintoistoindeksi tulee olla  $R_a \geq 60$ .

Ovivalaistus toimii aina. Valaisimia ei saa kiinnittää kaapelihyllyihin. Oven avaamisen jälkeen käytävässä olevan valaistuksen tulee toimia katkeamattomasti.

Oviaukko merkitään vilkkuvaloilla ( $I \geq 100$  cd joka suuntaan), jotka toimivat vihreällä valolla onnettomuustilanteessa taajuudella 0,5-2 Hz.



Kuva 35. Poistumisoven valaiseminen ja merkitseminen. Tunnuksen esimerkki: viides tunneli koko tien alusta, Helsinkiin johtava putki, tämän tunnelin toinen yhdyskäytävä.

### 5.6.3.3 Jalankulkukäytävät ja turvatilat

Poistumisoven jälkeen sijaitsevan jalankulkukäytävän ja turvatilan vaakatason valaistusvoimakkuuden tulee olla  $E_m \geq 150 \text{ lx}$  ja yleistasaisuuden  $U_o \geq 0,20$ .

Valonlähteiden värintoistoindeksi tulee olla  $R_a \geq 60$ .

Valaistuksen tulee toimia katkeamattomasti.

### 5.6.4 Pysähtymistaskujen valaistus

Pysähtymistaskujen vaakatason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla vähintään kolminkertainen viereisen ajoradan arvo. Yleistasaisuus on sama kuin ajoradalla.

Valaisimet toimivat katkeamattomasti.

## 5.7 Optinen ohjaus

Valaisimet tulee sijoittaa siten, että ne parantavat tunnelin näkymistä ja selventävät tien suuntausta.

Valaisimet tulisi sijoittaa yhtenäisiksi jonoiksi, jotka näkyvät etäältä ennen tunnelia.

## 5.8 Valaisimet ja lamput

Valonlähteet ja valaisimet valitaan luvussa 6 esitetyillä periaatteilla. Erityistä huomiota tulee kiinnittää oikean alenemakertoimen määrittämiseen. Asia on esitetty taulukossa 13, likainen liikenneympäristö.

Tunnelivalaisimien laatuvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisimien laatuvaatimukset**.

Tunnelivalaisimien tulee olla Liikenneviraston tyyppihyväksymiä.

Valonjako-ominaisuudet tulee valita ottaen huomioon valaisimien sijainti (katto tai seinä) sekä päällysteen ja seinien heijastusominaisuudet. Valaisimien valonjako voi olla liikenteen suuntaan nähden symmetrinen tai asymmetrinen, vasta- tai myötä-valoperiaatteella toimiva.

Valaisimet voidaan sijoittaa kattoon yhteen tai useampaan riviin taikka seiniin. Vastavaloperiaatteella toimivat valaisimet voidaan sijoittaa vain kattoon.

Evakuointivalaisimien tulee olla standardin SFS-EN 60598-2-22 mukaisia.

## 5.9 Kannatinrakenteet

Tunnelin katosta tai seinästä ulkonevien rakenteiden kuormat määritellään tapauskohtaisesti ottaen huomioon kalusteiden oman painon lisäksi liikenteen aiheuttamat painekuormat.

Tunnelivalaisimet asennetaan yleensä kaapelihyllyihin. Tällaiset yhtenäiset rakenteet mitoitetaan staattiselle liikkuvalla vähimmäiskuormalle 1 kN/m.

Varusteet sekä niiden ankkurointi ja ripustukset on mitoitettava niin, että yhden ankurin vaurioituminen tai pettäminen ei aiheuta asennusten sortumista.

Lujuustekninen mitoitus on esitetty tietunnelin suunnitteluohjeessa.

## 5.10 Liikennemerkkit

Tunnelissa olevat liikennemerkkit valaistaan aina.

## 5.11 Valaistuksen ohjaus

Tunnelin päivävalaistusta ohjataan 4-8 portaassa tai portaattomasti. Portaiden lukumäärä vaikuttaa tunnelivalaistuksen energiankulutukseen. Ylimpiä portaita tarvitaan harvoin mutta alimmat ovat käytössä talvella ja huonon sään aikana. 6-8-portaisella (esim. 17 %, 34 %, 51 %, 68 %, 85 % ja 100 %) tai portaattomalla ratkaisulla voidaan säästää tuntuvasti energiakustannuksia neliportaiseen ohjaukseen verrattuna. Neliportaista ohjausta saa käyttää, jos kynnyksalueen luminanssi on  $\leq 160 \text{ cd/m}^2$ .

Valaisimien lukumäärää voidaan vähentää jakamalla ne ryhmiin, joissa käytetään porrastettua tai portaattonta himmennystä, yksittäisten valaisimien sammuttamista tai näiden yhdistelmiä.

Suunnitelman mukaisen toiminnan varmistamiseksi työkohtaisissa laatuvaatimuksissa on esitettävä valaistuksen ohjausperiaatteet, lähestymisluminanssin mittaaminen ja ohjauslogiikan ohjelmoinnin pääperiaatteet.

## 5.12 Sähköverkko

Sähköverkko suunnitellaan ja mitoitetaan luvun 6.5 mukaan.

## 6 Suunnittelu

### 6.1 Yleistä

Tievalaistuksen suunnittelussa määritellään toteuttamiskelpoinen ja elinkaarikustanuksiltaan edullisin valaistusratkaisu ottaen huomioon edellä esitetyt näkökohdat valaistusteknisistä vaatimuksista ja valaistusperiaatteista (luvut 2...5). Suunnittelu-prosessi sisältää peräkkäisiä osavaiheita ja tehtäviä sekä eriasteisia suunnitelmia. Suunnitelmat liittyvät kiinteästi muuhun tiensuunnitteluun tai ne laaditaan olemassa olevalle tielle erillistä valaistushanketta varten.

### 6.2 Valaistustekniikka

#### 6.2.1 Yleistä

Valaistuslaitteita ovat kaikki valaistuksessa tarvittavat kiinteät rakenteet sekä laitteet ja kalusteet kuten valonlähteet, valaisimet, pylvää, valaisinvarret, perustukset ja sähkölaitteet. Lisäksi tien päällyste toimii välillisenä valaistuselementtinä.

Valaistuslaitteilta vaaditaan helppoa huollettavuutta ja vaihdettavuutta, ilkvallan, sään, korroosion ja värinän kestävyttä, pientä tuulipintaa sekä valaisimien osalta vähäistä likaantumista ja helppoa puhdistettavuutta. Valaistuslaitteet joutuvat myös alttiiksi erityisesti kaupunkiympäristössä suurille ilkvallan rasituksille.

#### 6.2.2 Valonlähteet

Tievalaistuksen yleisimpinä valonlähteinä käytetään erilaisia kaasupurkauslamppuja ja LEDejä niiden suuren valotehokkuuden ja pitkän polttoian takia.

Valonlähteiden tärkeimmät ominaisuudet valaistuksen kannalta ovat:

- valovirta,
- valotehokkuus (lm/W liitäntälaitteineen),
- hyötypolttoikä (h),
- kuolleisuus,
- valovirran alenema (%),
- valon väri ja värintoisto,
- himmennysominaisuudet,
- valon suunnattavuus sekä
- hinta.

Muita huomioon otettavia ominaisuuksia ovat valaisimien liitäntäteho (nimellisteho + liitäntälaitteiden tehohäviöt), syttymiseen ja palamiseen tarvittavat lisälaitteet, syttymis- ja uudelleensyttymisaika, lämpötilavaihtelujen ja värinän kestävyys, kuvun, tasolasin ja linssien ominaisuudet, heijastimien ominaisuudet jne.

Valon värillä ja spektrillä on merkitystä pääasiassa ympäristön viihtyisyyden ja yleisen turvallisuuden sekä jossakin määrin havaitsemisen ja häikäisyn kannalta (ks. myös kohta 2.1). Kuljettajien näön tarkkuus ja havaitsemisnopeus keskeisnäössä ovat

sitä parempia mitä monokromaattisempaa valo on. Toisaalta valkoisessa valossa ja alhaisilla valaistustasoilla kohteiden havaitseminen ääreisnäössä paranee jonkin verran verrattuna keltaiseen valoon. Lisäksi alhaisilla valaistustasoilla valkoinen valo koetaan yleensä subjektiivisesti kirkkaammaksi kuin keltainen valo vaikka valaistustasot olisivat samat. Jalankulkijat kokevat valkoisen valon yleensä turvallisemmaksi suhteessa keltaiseen valoon.

Valonlähteet, joilla on leveä spektri aiheuttavat helpommin häikäisyä. Mitä korkeampi on värilämpötila, sitä korkeampi on häikäisyn subjektiivinen vaikutelma, koska siihen vaikuttavat erityisesti lyhyet aallonpituudet.

Valon väriä voidaan käyttää jossakin määrin huomion herättämiseksi esimerkiksi suojateiden ja risteysiltojen tapauksessa sekä opastuksen apuna korostamaan väylien luonnetta.

Tievalaistuksessa käytettävien valonlähteiden ominaisuuksia ja käyttökelpoisuutta erilaisissa ympäristöissä voidaan arvioida taulukon 20 avulla. Valonlähteet kehittyvät kuitenkin nopeasti, joten ajankohtaiset tiedot on hankittava aina valmistajilta. Tämä pätee erityisesti LEDeille.

Taulukko 20. Valonlähteiden ominaisuudet.

Valonlähde	Valotehokkuus lm/W	Polttoikä 1000 h	Värintoisto- indeksi $R_a$	Värilämpötila K
Suurpainenatrium	70–150	12–48	20–65	2000–2200
Monimetalli, keraaminen	70–125	5–30	65–95	2700–4200
Induktiolamppu	60–80	40–60	80	2700–4000
LED	*	**	60–90	3000–7000

\* Ulkovaistuksessa käytetään LEDien osalta valaisimien valotehokkuusarvoja. Arvot vaihtelevat paljon valaisintyyppin ja käyttösovelluksen mukaan. Vuonna 2014 valotehokkuusarvot tievalaistukseen tarkoitetuille LED-valaisimille olivat 70–130 lm/W.

\*\* Valkoista valoa tuottavan LED-valaisimen elinikä on yleensä 50 000–100 000 h arvoille  $L_{80B_{10}}$ ,  $C_{10}$ , lämpötilassa  $t_a = 25^\circ\text{C}$ . Arvot vaihtelevat hyvin paljon valaisintyyppin ja käyttösovelluksen mukaan.

$R_a$	Värintoisto- ominaisuudet
$> 90$	erinomainen
$70 < R_a \leq 90$	hyvä
$50 < R_a \leq 70$	tydyttävä
$20 \leq R_a \leq 50$	huono
$< 20$	olematon

Värilämpötila K	Valon väri
$< 3300$	lämmin valkoinen
$3300 \leq T_{CP} \leq 5300$	valkoinen
$> 5300$	kylmä valkoinen

Energian kulutukseen liittyvien tuotteiden ekologisen suunnittelun vaatimukset on esitetty direktiivissä 2009/125/EY. Valonlähteiden ja liitäntälaitteiden valo- ja energiatehokkuusvaatimukset on esitetty Komission asetuksessa (EY) N:o 245/2009. Lisäksi tulee ottaa huomioon Komission asetus (EU) N:o 347/2010. Asetusten myötä elohopealamppujen ja lähes kaikkien elohopealamput suoraan korvaavien suurpaine-natriumlamppujen markkinoille saattaminen kielletään 13.4.2015. Osa elohopealamput suoraan korvaavista monimetallilampuista poistuu markkinoilta 13.4.2017.

Valolaji ja väri määritellään ulkovalaistuksen tarveselvityksessä tai tiesuunnitelman valaistustiedoissa. Valolajin valinnassa huomio tulee kiinnittää valaistushankkeen kannattavuuteen ja elinkaarikustannuksiin.

LED-tievalaistuksien tapauksessa liian korkeita värilämpötiloja (> 4500K) tulee välttää, ellei hankkeessa sitä erityisesti edellytetä.

Erikoisvalaistuksissa käytetään pääsääntöisesti valkoista valoa. Monokromaattisen valon käyttöä ei suositella.

Loistelamppuja käytetään tie- ja katuvalaistuksessa vain erikoistapauksissa.

### **6.2.3 Valaisimet**

#### **6.2.3.1 Valaisimien valinta**

Tie-, tunneli- ja sillanalusvalaisimien laatuvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisimien laatuvaatimukset**. Niitä noudatetaan kaikissa hankintamuodoissa maanteillä ja niiden jalankulku- ja pyöräteillä sekä levähdysalueilla, kun asennuskorkeus on 3...20 m, sekä sillanalus- ja tunnelivalaistuksessa.

LED-valaisimien tekniset tiedot, suorituskyky ja elinikä tulee esittää standardin IEC 62722-2-1 mukaisesti ja LED-moduulien vastaavasti standardin IEC 62717 mukaisesti.

Valaisimet valitaan siten, että kaikki valaistustekniset vaatimukset täyttyvät ja valaisimien valonjako-ominaisuudet soveltuvat hankkeeseen mahdollisimman taloudellisella tavalla.

Maanteillä käytettävien tie-, tunneli- ja sillanalusvalaisimien tulee olla Liikenneviraston tyyppihyväksymiä. Hyväksytyt valaisimet julkaistaan Liikenneviraston oppaassa **Hyväksytyt tievalaisimet**.

Valaisimen hyötysuhteen (valaisimesta ulos tulevan valovirran suhde valaisimessa olevien valonlähteiden yhteensä säteilemään valovirtaan) ja valaisimen alenemakertoimen tulee olla mahdollisimman korkea. Ulkoisten rasiutusten kestävyys tulee olla hyvä, erityisesti jalankulku- ja pyöräteiden, tunneleiden ja tärinäalttiiden paikkojen valaisimissa. Valaisimen tulee olla suunniteltu valitulle valonlähdeyydelle ja soveltua valittuun asennustapaan. Lisäksi valaisimen koon tulee olla oikeassa suhteessa muihin tien rakenteisiin nähden.

Valaistuksen ohjauksen valaisimille asettamat vaatimukset on esitetty kohdassa 1.4.

### 6.2.3.2 Valonjako-ominaisuudet

Valaistusteknillisten suureiden laskemista varten on tunnettava valaisimen valonjako-ominaisuudet eli valovoima eri suuntiin.

Valovoima, cd/1000 lm, mitataan ja määritellään C- $\gamma$ -järjestelmässä. LED-valaisimien tapauksessa käytetään myös absoluuttisia valovoima-arvoja. Koordinaatiston origo on valaisimen optiikan keskipisteessä, C-tasot kiertyvät valaisimen kautta kulkevan pysty akselin ympäri ja C-tasolla olevat korkeuskulmat ilmoitetaan kulmalla  $\gamma$ .

Valaisimien tyypillisimpiä valonjako-ominaisuuksia voidaan tarkastella valonjakokäyristä, joissa valovoiman jakautuma on yleensä piirretty napakoordinaatistoon seuraavasti:

- päätaso (C-taso, jossa on maksimivalovoima),
- tiensuuntainen taso (C=0°) ja
- poikittainen taso (C=90°).

Valaisimien valonjako-ominaisuudet tulee mitata standardien SFS-EN 13201-3 ja SFS-EN 13032 mukaan, maksimissaan 5° välein C-tasoilla, joilla korkeuskulma  $\gamma$  muuttuu maksimissaan 2,5° välein alueella 0...180°.

### 6.2.3.3 Valaisimien sijainti

Tieosilla ja yleensä myös tiehen kuuluvilla alueilla valaisimet sijoitetaan yhteen pylväsjonoon (yksirivinen reunasijoitus, keskiasennus). Jos on käytettävä kaksirivistä reunasijoitusta, valitaan vastakkainen sijoitus ennen vuoroittaista. Yleisperiaatteista voidaan poiketa liittymissä tai alueilla, joissa ajorata on lyhyellä matkalla tyyppi-poikkileikkausta leveämpi.

Niillä alueilla, joilla häiriövaloa on kohdan 2.6 mukaan rajoitettava, käytetään valaisimia, joissa ylöspäin tai esimerkiksi ikkunoihin suuntautuvaa valoa on rajoitettu.

Valaisimet tulee sijoittaa kohtisuoraan tietä vastaan. Valaisimet sijoitetaan siten, että heijastuskuviot tulevat pääosin ajoradalle. Kaikkien valaisimien aiheuttamat heijastuskuviot muodostavat yhdessä ajoradalle luminanssikuvion, joka riippuu havaitsijan paikasta. Kun valaisimet sijoitetaan ulkokaarteeseen, heijastuskuviot tulevat ajoradalle. Sen sijaan suoralla tiellä kauaksi ajoradan ulkopuolelle tai pienisäteiseen sisäkaarteeseen asennettujen valaisimien heijastuskuviot lankeavat pääosin ajoradan ulkopuolelle, mitä tulee välttää.

Valaistusteknillisesti ja ulkonäkösyistä asennuskorkeus on yleensä samaa suuruusluokkaa kuin valaistavan tien leveys.

Suositteluvat valaisinvarsipituudet ovat taulukossa 21. Pylvään sijainti määräytyy kohdan 6.3.2 mukaan.



*Taulukko 21. Suositeltavat valaisinvarsipituudet.*

Asennuskorkeus H <sub>A</sub> m	Valaisinvarren ulottuma (w) dm
6	0, 5
8	0, 10
10	0, 2, 10, 15, 20
12	0, 2, 10, 15, 20
13,5	10, 15, 20
15	0, 2
18	0, 2
20	0, 2

Mitä suurempi asennuskorkeus sitä kauempana ajoradan ulkopuolella valaisin voi olla. Mitä symmetrisempi valonjako tien leveyssuunnassa sitä keskemällä tietä valaisimen on oltava. Peilimäisillä päällysteillä valaisimen tulee olla lähempänä ajoradan keskilinjaa. Sisäkaarteissa olevat valaisimet tulee sijoittaa lähemmäksi keskilinjaa kuin ulkokaarteissa olevat. Hyvin lähellä ajoradan reunaa olevat valaisimet häikäisevät yleensä vähemmän kuin kauempana olevat.

Nykyaikaiset valaisimet on suunniteltu yleensä enintään 8° kallistuskulmalle. Maanteillä valaisimien kallistuskulmana käytetään 5°, ellei erikoiskohteen suunnitelma edellytä muita kulmia. Lisäksi on otettava huomioon varren pysyvät muodonmuutokset.

Erikoistilanteissa, esim. suurjännitelinjojen läheisyydessä tai kiitoratojen jatkeella, asennuskorkeutta on muutettava kohteen mukaan.

Tiiviisti rakennetuilla kaupunkialueilla valaisimet voidaan ripustaa vaijereihin tie- tai katualueen yläpuolelle. Erityisesti alueilla, joissa vaijerit voidaan kiinnittää rakennusten seiniin eikä pylviä tarvita, valaistusratkaisun vaikutukset kaupunkikuvaan päivänäkymässä ovat vähäiset. Vaijereiden kiinnityspisteet on valittava huolellisesti siten, että asennus kestää valaisimien painon ja vaijereiden riippuman aiheuttamat voimat eikä vaurioita rakennuksen seinärakenteita. Vaijereiden riippuma (ero kiinnityspisteen ja valaisimen painon aiheuttaman todellisen ripustuskorkeuden välillä) on otettava huomioon valaistusteknisissä laskennoissa.

#### 6.2.4 Optinen ohjaus ja ulkonäkö

Tievalaistuksen suunnittelussa on valaisimien ja pylväiden sijoituksen oltava sellainen, että tienkäyttäjä saa pimeällä oikean käsityksen tiestä ja sen lähiympäristöstä, tien jatkuvuudesta, kaarteista ja tasauksesta, ja että häntä varoitetaan riittävän ajoissa liittymistä ja liikenteen järjestelyistä (suojatiet, saarekkeet jne.). Lisäksi pyritään valaistustyyppin valinnalla korostamaan erilaisten teiden toiminnallista luokkaa. Valaistuksen päättymiskohdissa on valaistuksen ja tien linjauksen oltava johdonmukaisesti suunniteltu ja tien jatkuvuutta on korostettava reunapaaluilla. Optisen ohjauksen kannalta haastavissa kohdissa pylväiden sijainnit tulee tutkia perspektiivikuvien avulla.

Yleisiä suunnitteluperiaatteita ovat:

- valaisimien ja pylväiden muodostamat jonot ovat yhdensuuntaisia tielinjan kanssa. Lyhyisiin ajoradan levennyksiin (esim. pysäkit) ei yleensä sijoiteta pylväitä.

Valaisimet ja pylväät on sijoitettava siten, että valaisinjonoja syntyy mahdollisimman vähän ja että ne erottuvat selvästi toisistaan.

- Kun kaarresäde on alle 500 m, valaisimet ja pylväät sijoitetaan ulkokaarteeseen. Peräkkäisissä lyhyissä kaarteissa, joissa tarvitaan enintään kolme pylvästä, valaisinjonoa ei ulkonäön takia siirretä ulkokaarteeseen. Tällaisella kohdalla ja keskiasennuksessa tulee ulkokaarteeseen tarvittaessa laittaa reunapaaluja. Eritasoliittymissä otetaan huomioon ramppien vaikutus toisiinsa ja törmäysten vähentämiseksi pylväät voidaan sijoittaa sisäkaarteeseen kuvi-en 18–21 mukaisesti. Samassa toiminnallisessa luokassa olevilla teillä tulee käyttää yhtenäisiä tai samankaltaisia periaatteita. Kaarteessa enimmäispylväsväliä lyhennetään kuvan 22 mukaan.
- Optinen varoittaminen voidaan järjestää liittymiin esim. katkaisemalla valaistustyyppin jatkuvuus:
  - siirrytään keskiasennuksesta 2-riviseen reunasijoitukseen,
  - siirrytään 1-rivisestä vuorottaiseen tai vastakkaiseen reunasijoitukseen,
  - lisätään asennuskorkeutta tai
  - käyttämällä eri valolajia. Yleensä riittää, jos liittyvillä teillä käytetään eri valolajia - päätie jatkuu yhtenäisenä.
- Tievalaistusta ei lopeteta pienisäteisen kaaren osuudella, jyrkässä mäessä tai juuri ennen liittymää.
- Valaisimia ei saa siirtää toiselle puolelle tietä kaarteessa tai optisen ohjauksen kannalta harhaanjohtavissa paikoissa.
- Valaisin- ja pylväsjonon on oltava juohea sekä olla sopusoinnussa tien linjan ja tasauksen kanssa.

Ulkonäön kannalta tievalaistus on suunniteltava siten, että se täyttää tienkäyttäjän ja ympäristön esteettisyysvaatimukset, ja että se sulautuu tien lähiympäristöön valoisana ja pimeänä aikana. Suunnittelussa huomioon otettavat esteettisyystekijät ovat:

- Valaistuslaitteet eivät saa tulla korostetusti esiin valoisana aikana ellei tämä ole ollut alkuperäinen tarkoitus. Järeät pylvää ja suuret valaisimet antavat raskaan vaikutelman.
- Tievalaistus ei saa häiritsevästi valaista lähellä olevia rakennuksia ja asunto-alueita, ellei ole kyse taajamaympäristön korostamisesta.
- Erityyppisten valaisimien ja pylväiden käyttöä samalla tieosuudella on vältettävä.
- Siltojen kohdalla alittavan tien valaisimien etäisyys sillasta tulee olla kohdan 3.11.1 mukainen. Ylittävän tien valaisinylvää sijoitetaan symmetrisesti teiden risteämispisteen suhteen.
- Valon väriä ei saa muuttaa yhtenäisellä tiejaksolla lukuun ottamatta erikoiskäsiteltyjä suojateitä ja risteyssilloja, kohta 6.2.2.
- Kallistuskulma on tavallisesti 5°, ks. kohta 6.2.3.3. Sen ylittäminen on sallittu vain poikkeustapauksessa. Häikäisyn ja häiriövalon rajoittamiseksi voidaan käyttää tasolasivalaisimia ja 1-2° kallistuskulmaa.
- Ilmajohdot sopivat parhaiten maaseutuympäristöön tai tummaa taustaa vasten.
- Kuumasinkitty pylvä voidaan erikoistapauksessa joutua maalaamaan ulkonäkösyistä.
- Ilmajohdotasennuksessa hyvin pitkää (> 56 m) pylväsväliä on vältettävä.

### 6.2.5 Päällyste

Ajoneuvon kuljettajan valaistusta tiestä ja sillä olevista kohteista saama kuva riippuu tienpinnalle tulevan valaistusvoimakkuuden lisäksi myös tien päällysteen heijastusominaisuuksista. Valaistusvoimakkuus ja heijastusominaisuudet määräävät yhdessä tienpinnan luminanssin.

Päällysteen heijastusominaisuudet riippuvat seuraavista tekijöistä:

- päällysteen rakenne (kiviaines, sideaine, valmistusmenetelmä),
- fysikaalinen tila (pinnan puhtaus, kosteus),
- pinnalle tulevan valon tulokulma ja ajoneuvon kuljettajan havaintokulma.

Ajoradan luminanssin ja sen tasaisuuden laskemista varten on tunnettava päällysteen heijastusominaisuudet: vaaleusaste ja peilimäisyys. Nämä ominaisuudet vaihtelevat päällysteen rakenteen, laadun, iän ja olotilan mukaan. Kulumisen ja pinnan rakenteen muuttuminen vaikuttavat kuivan päällysteen vaaleusasteeseen ja peilimäisyyteen. Märällä päällysteellä vaaleat lisäaineet yleensä vähentävät peilimäisyyttä ja parantavat paluuheijastavuutta.

Koska päällystetyyppejä on runsaasti, ne on ryhmitelty valaistussuunnittelua varten nelijakoisiin R-, N- ja W-luokkiin sekä kaksijakoisiin C-luokkiin. Liikennevirasto käyttää R- ja W-luokkia. Jokaista kuivan ja märän päällysteen luokkaa varten on määritelty teoreettinen standardipäällyste, joka kuvaa laskelmissa riittävällä tarkkuudella kaikkia tähän luokkaan kuuluvia päällysteitä. Jos päällysteen todellisia heijastusominaisuuksia ei tunneta, maanteillä käytetään luokkia R2 ja W3.

Laboratoriossa suoritettavissa mittauksissa pyritään jäljittelemään tiellä vallitsevaa valaistustilannetta, jossa luminanssikerroin  $q$  mitataan eri valon tulokulmien  $\gamma$  ja  $\beta$  arvoilla päällystenäytteestä, joka edustaa sitä tilaa, joka sillä on suurimman osan käyttöajastaan. Näytteitä otetaan vähintään kahdesta poikkileikkauksesta. Kummas-takin poikkileikkauksesta otetaan kaksi näytettä ajourasta, yksi ajourien välistä ja yksi reunaviivan vierestä. Näyte otetaan, kun tiessä on vähintään 2 mm kuluma alku-uran lisäksi ja sen jälkeen siinä on ajettu ilman nastoja vähintään kuukausi. Näytteen tulee olla pinta-alaltaan niin suuri, että mittaus voidaan tehdä noin 100 cm<sup>2</sup> alueelta; laboratoriot käyttävät yleensä halkaisijaltaan 100 mm näytteitä.

Märän päällysteen mittauksissa näytettä sadetetaan keinotekoisella 5 mm/h-sateella niin kauan, kunnes näyte on täysin kastunut. Mittaus suoritetaan 30 minuutin kulut-tua sadetuksen päättymisestä huonetilan lämpötilan ollessa 25 °C ja suhteellisen kosteuden 50 %. Mittaus saa kestää ainoastaan 5 minuuttia, ja sen jälkeen näytettä on sadetettava uudestaan, jos mittausta pitää jatkaa. Tuloksista lasketaan keskiarvo valaistusteknillisiä laskentoja varten. Tulos koskee vain kyseistä massatyyppeä ja kivi-ainesta.

Jos näytteet tehdään laboratoriossa tai otetaan aivan uudesta päällysteestä, niitä on kulutettava tulevaa käyttötilaa vastaavien ominaisuuksien aikaansaamiseksi esim. PRALL-menetelmällä 3 minuutin ajan. Tulosta voi käyttää tilapäisesti kunnes oikeat, liikenteen kuluttamat tienäytteet saadaan.

Päällysteen heijastusominaisuudet määritellään mittaamalla parametrit vaaleusaste  $Q_0$  sekä peilimäisyysasteen suuret  $S_1$  ja  $S_2$ . Valaistusteknillisiä laskentoja varten päällysteet jaetaan luokkiin parametrin  $S_1$  avulla, taulukko 22.

Taulukko 22. Kuivien ( $R$ ) ja märkien ( $W$ ) päällysteiden luokittelu.

Luokka	$S_1$ :n alue	Nimellisarvo	
		$S_1$	$Q_0$
R1	$S_1 < 0,42$	0,25	0,10
R2	$0,42 \leq S_1 < 0,85$	0,58	0,07
R3	$0,85 \leq S_1 < 1,35$	1,11	0,07
R4	$1,35 \leq S_1$	1,55	0,08
W1	$S_1' < 9,6$	5,8	0,114
W2	$9,6 \leq S_1' < 26,5$	16	0,15
W3	$26,5 \leq S_1' < 73$	44	0,196
W4	$73 \leq S_1' < 200$	121	0,247

Päällysteen materiaalin, kiviaineksen ja mahdollisten lisäaineiden vaaleuden ja värin valinnalla voidaan optimoida pinnan heijastusominaisuuksia ja siten vähentää valais-tuskustannuksia.

Asfalttipäällysteestä saadaan jonkin verran tavallista vaaleampi käyttämällä vaaleaa kiviainesta ja vaaleita lisäaineita. Vaalein kulutusta kestävä päällyste voidaan toteut-taa komposiittimateriaalista valmistetuista päällystekivistä, joiden muoto on sama kuin betonikivillä.

Normaalia vaaleampaa päällystettä käytettäessä valaistus voidaan suunnitella vaale-an päällysteen mukaan, jos sen pysyvään käyttöön voidaan sitoutua (tienpitoviran-omainen tai urakoitsija) ja päällysteen heijastusominaisuudet on mitattu. Erityistä huomiota tulee kiinnittää vaalean päällysteen peilimäisyyteen valoisana aikana pääl-

lysteen ollessa märkä ja tiemerkintöjen näkyvyyteen. Ennen vaalean päällysteen käyttöä on arvioitava päällysteen kestävyysominaisuudet sekä vaaleamman päällysteen kokonaisvaikutukset elinkaarikustannuksiin.

Suomessa käytettävillä päällysteillä suhteelliset heijastusominaisuudet ovat yleensä hieman suuremmat pidemmällä valon aallonpituuksilla.

### 6.2.6 Valaistusteknilliset laskennat

Kaikki valaistusteknilliset laskennat tulee tehdä standardin SFS-EN 13201-3 mukaan.

Havaitsija sijoitetaan vuorotellen jokaisen kaistan keskelle. Keskimääräinen luminanssi ja luminanssin yleistasaisuus lasketaan koko ajoradalle jokaisella havaitsijan paikalla. Luminanssin pitkittäistasaisuus lasketaan kaistan keskilinjalle, havaitsemispisteen kautta kulkevalle pitkittäissuoralle jokaisella havaitsijan paikalla.  $R_{EI}$ -arvot lasketaan ajoradan vieressä molemmin puolin oleville alueille. Estohäikäisy lasketaan uusilla valonlähteillä (alenemakerroin 1,00) jokaisella havaitsijan paikalla. Estohäikäisyn laskennassa huomioon otettavat valaisimet on määritelty standardissa SFS-EN 13201-3.

Mitoittava tapaus on pienin arvo keskimääräisen luminanssin, luminanssin yleis- ja pitkittäistasaisuuksien sekä  $R_{EI}$ -arvon osalta ja suurin arvo estohäikäisyn osalta.

Yleensä tievalaisimien valonjako-ominaisuudet ovat symmetrisiä tiensuuntaisessa tasossa. Jos näin ei ole, laskennat tulee tehdä todelliset ajosuunnat huomioon ottaen. Pienin arvo on mitoittava.

Laskentaohjelman tulee suorittaa valaistusteknilliset laskennat em. standardin SFS-EN 13201-3 mukaan. Valaistusteknillisissä laskennoissa valonjako-ominaisuuksien ja päällysteen heijastusominaisuuksien tunnettujen arvojen välissä olevien arvojen laskemiseen tulee käyttää lineaarista interpolointia.

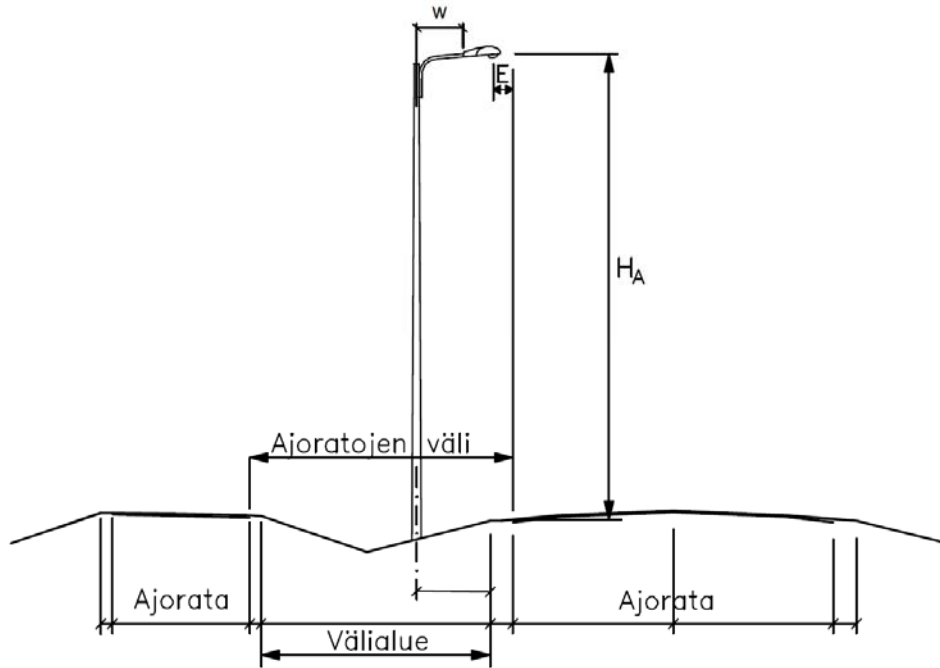
Valaistusteknilliset laskennat on tehtävä värilämpötilalla, jota hankkeessa tullaan käyttämään.

Valaistusteknilliset laskennat on tehtävä ja tulokset esitettävä riittävällä tarkkuudella taulukon 23 mukaan.

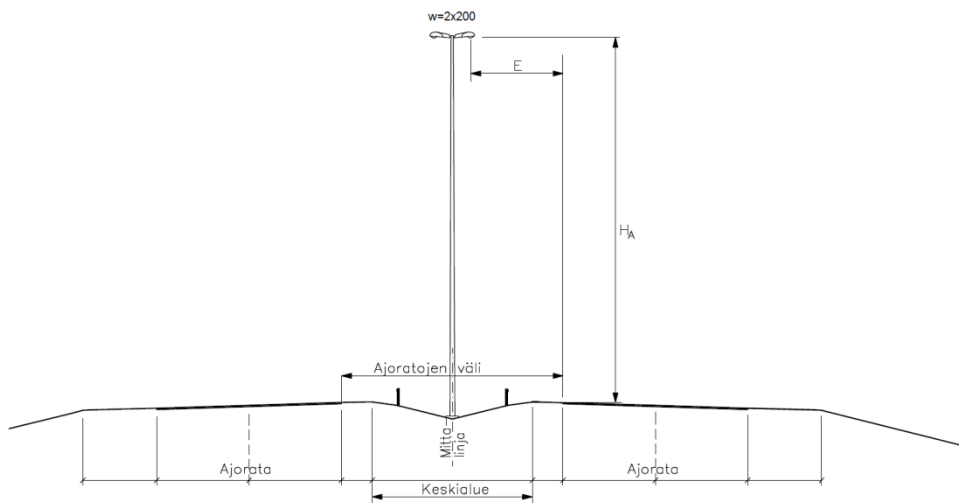
*Taulukko 23. Valaistusteknillisissä laskennoissa käytettävät desimaalitarkkuudet.*

	$L_m$	$U_o, U_{ow}$	$U_l$	$f_{TI}$	$R_{EI}$	$E_m < 10 \text{ lx}$	$10 \text{ lx} \leq E_m \leq 20 \text{ lx}$	$E_m > 20 \text{ lx}$
Desimaalien määrä	2	2	2	0	2	2	1	0

Kuvissa 36 ja 37 on tyypillisimmät esimerkit valaisimien sijoittamisesta poikkileikkaukseen, valaistusteknillisissä laskennoissa tarvittavat mitat ja laskentoihin vaikuttavat poikkileikkauksen osat. Lisätietoja löytyy Liikenneviraston ohjeesta **Tien poikkileikkauksen suunnittelu**.



Kuva 36. Valaisimen sijainti yksiajorataisella tiellä.  $w$  = valaisinvarren ulottuma,  $H_A$  = asennuskorkeus,  $E$  = valaisimen optiikan keskipisteen etäisyys ajoradan reunasta.



Kuva 37. Valaisimien sijainti kaksiajorataisella tiellä.  $H_A$  = asennuskorkeus,  $E$  = valaisimen optiikan keskipisteen etäisyys ajoradan reunasta.

### 6.2.7 Valaistusteknilliset mittaukset

Valmiin valaistusasennuksen valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset tulee tehdä Liikenneviraston ohjeen **Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset** mukaan. Muulloin valaistusmittaukset tulee tehdä standardin SFS-EN 13201-4 mukaan.

## 6.3 Pylväät

### 6.3.1 Yleistä

Uusien valaistusten osalta pylväiden perustyyppi päätetään tievalaistuksen yleissuunnitelmassa tai tiesuunnitelman valaistustiedoissa seuraavasti:

1. Metallipylväät ja maakaapeli.
2. Puupylväät ja maakaapeli.
3. Puupylväät ja ilmajohto.
4. Metallipylväät ja ilmajohto.

Metallipylväitä ja maakaapelia käytetään ulkonäkösyistä taajamien katumaisilla väylillä ja vilkasliikenteisimmillä teillä ja niiden rampeilla. Muoviset pylväät rinnastetaan metallipylväisiin. Kun ei tarvita energiaa vaimentavia pylväitä, Liikennevirasto voi päättää, voidaanko maaseutumaisen kaksiajorataisen tien keskialueella tai vastaavan tien reunassa käyttää metallipylväiden sijasta puupylväitä, joissa on samanlainen yläpää ja varret kuin metallipylväissä.

Metallipylväitä ja maakaapelia käytetään usein, kun vaaditaan törmäyksessä energiaa vaimentavia (HE) pylväitä. Joillakin pylvästyypeillä myös ilmajohto on mahdollinen.

Puupylväitä ja maakaapelia käytetään usein liittymissä ja välialueilla kaarteissa, joissa tarvittaisiin harus tai tukipylväs, mutta tilaa on vähän tai tukipylväät haittaisivat liikaa havaitsemista, tai kun ilmajohto edellyttäisi arvokkaiden puiden rajua leikkäämistä.

Puupylväitä ja ilmajohtoa käytetään yleensä muissa tapauksissa. Ulkonäöltään puupylväitä vastaavat muovi- ja metallipylväät rinnastetaan puupylväisiin.

Metallipylväät ja ilmajohto tulee kysymykseen silloin, kun tarvitaan energiaa vaimentavat pylväät, mutta halutaan maakaapelia halvempi ilmajohto.

Maanteillä käytettävien valaisinpylväiden laatuvaatimukset ovat esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**.

Metalli- ja komposiittimuovipylväiden osalta ohjeessa on määritelty:

- mitkä standardin SFS-EN 40 mukaiset ominaisuudet vaaditaan: tuulen nopeus, taipuma ja kuormien osavarmuuskertoimet,
- mikä on kytkentäaukon vähimmäiskoko, pylvään pintakäsittely ja miten varmistetaan, että pylväs sopii Suomessa käytettäviin upotusjalustoihin sekä
- minkä standardin SFS-EN 12767 luokan pylväät kelpaavat maanteillä törmäysturvallisiksi pylväiksi ja mitkä niistä kelpaavat energiaa vaimentavaksi (HE) pylväiksi.

Ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** on erilliset hyväksyntävaatimukset 15...18 m pylväille, jotka sijaitsevat keskialueella tai vähintään 5 m etäisyydellä tien reunasta.

Puupylväiden osalta ohjeessa on määritelty:

- ilmajohtokuorma standardin SFS-EN 50425 perusteella sekä sallitut taipumat,
- lahontorjuntavaatimus, joka edellyttää uusissa asennuksissa jalustan käyttöä sekä
- minkä standardin SFS-EN 12767 luokan pylväät kelpaavat maanteillä törmäysturvallisiksi pylväiksi.

Liikenneviraston ohje **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** rajoittaa puupylväiden upottamista maahan, koska perinteiset puunkyllästysaineet on kielletty, ja nykyisin sallittujen kyllästysaineiden vaikutusta puun kestoikään maakosketuksessa ei tunneta. Maakosketus sallitaan mm. korvattaessa törmätyjä pylväitä kunnossapidon yhteydessä.

Valaisinpylväiden tulee olla törmäysturvallisia teillä, joilla nopeusrajoitus tai suunnittelunopeus on suurempi kuin 40 km/h. Poikkeuksia ovat:

1. Pylväs tulee vähäliikenteisellä (KVL < 700 ajon./vrk) kapealla tiellä sivuojan taakse ja kysymyksessä on yhteiskäyttöpylväs, johon tulee paljon johtoja.
2. Alueen nopeusrajoitus tai suunnittelunopeus on enintään 40 km/h.

Myös kaiteen takana käytetään yleensä törmäysturvallisia pylväitä. Tällöin pylväiden ulkonäkö ei vaihdu kaiteen kohdalla ja pylväiden kunnossapito helpottuu. Lisäksi joustovaraa kaiteen ja pylvään välillä tarvitaan vähemmän. Joustovaran tarve riippuu kaidetuotteesta ja vaatimukset on määritelty Liikenneviraston ohjeessa **Tiekaiteiden suunnittelu**.

Energiaa vaimentavia (HE) törmäysturvallisia pylväitä käytetään:

1. Vilkasliikenteisellä tiellä, kun pylvään takana on paljon käytetty jalankulku- ja pyörätie. Vilkasliikenteisellä tiellä tarkoitetaan tietä, jonka KVL  $\geq 6000$  ajon/d ja jalankulku- ja pyörätien tai metsän etäisyys alittaa ohjeessa **Tien poikkeusleikkauksen suunnittelu** asetetun suojaetäisyyden.
2. Vilkasliikenteisimmillä teillä, kun pylväiden takana melko lähellä on metsä, kallioleikkaus tai vastaava vaarallinen este suurella osalla valaistavan tieosan pituudesta.
3. Kapealla keskialueella ( $\leq 6,5$  m).
4. Estämään suora törmäys kapealla keskikorokkeella olevaan portaaliin. Asiaa on käsitelty tarkemmin ohjeessa **Liikennemerkkien rakenne ja pystytys**.

Muillakin teillä voidaan käyttää energiaa vaimentavia (HE) törmäysturvallisia pylväitä.

Moottoriteiden erkanemis- ja liittymiskaistojen sekä ramppien varrettomina pylväinä käytetään väistyviä (luokan NE) pylväitä. Varreton energiaa vaimentava (HE) pylväs voi aiheuttaa auton kattoon suuremman lommon kuin väistävä (NE) pylväs kun tien nopeusrajoitus tai suunnittelunopeus on  $\geq 100$  km/h.

Suomen markkinoilla olevat törmäysturvalliset valaisinpylväät on esitetty Liikenneviraston oppaassa **Markkinoilla olevia törmäysturvallisia valaisinpylväitä**.



**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

---

Pylvään ulkonäköä ei saa vaihtaa häiritsevän usein. Ulkonäkö sisältää pylvään rungon muodon (olakkeellinen tai kartiomainen) ja valaisinvarren muodon. Vanhan valaistuksen täydentämisessä käytetään ulkonäöltään samanlaisia pylväitä kuin aikaisemmin. Myös pylvästuote voidaan määritellä suunnitelmassa samaksi, jos siitä on merkittävää etua kunnossapidossa.

Vanhoja teräspylväitä voidaan muuttaa törmäysturvalliseksi asentamalla niihin liuku-laippa tai vastaava laite jonka törmäysturvallisuus on ohjeen **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** mukainen.

Tienpitoviranomainen päättää maanteilla käytettävien pylväiden tyypin: metalli (metalli tai muovi, joiden yläpää kaartuu varreksi) vai puu, johdon tyypin: ilmajohto vai maakaapeli sekä ominaisuuden: jäykkä, törmäysturvallinen tai energiaa vaimentava (HE).

Suunnitelmissa pylväistä tulee esittää:

- pylvään ja johdon tyyppi (esim. metallipylväät, maakaapeli),
- asennuskorkeus, valaisinvarren tyyppi ja ulottuma sekä pylvään käyttöolosuhteet, jos ne ovat tavallisesta poikkeavat esim. normaalia tuulisempi paikka, kaksi tai useampia kytkentäaukkoja, erityisen painava valaisin jne., ks. ohje **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**, kohta 1.1.9 sekä
- tien nopeusrajoitus tai suunnittelunopeus ja pylvään ominaisuus:
  - HE = törmäysturvallinen energiaa vaimentava pylväs,
  - NE = törmäysturvallinen, väistävä pylväs, joka ei saa olla HE,
  - TU = törmäysturvallinen pylväs (kaikki törmäysturvalliset tyypit kelpaavat) ja
  - JÄ = jäykkä pylväs (myös törmäysturvallinen käy).

Esimerkki valaistuksen rakennussuunnitelman pylväsluettelosta on tämän ohjeen liitteenä.

Maanteitä koskevissa suunnitelmissa

- ei viitata standardiin SFS 5269, standardiin SFS-EN 40 eikä törmäysturvallisuuden osalta standardiin SFS-EN 12767 vaan Liikenneviraston ohjeeseen **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** ja
- ei määritellä pylväiden törmäysturvallisuuden luokkia (esim. 100HE3) vaan viitataan ohjeeseen **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**. Esimerkiksi vuonna 2014 luokka 100HE3 oli mahdollinen vain joillekin asennuskorkeuksille.

Katuja koskevissa suunnitelmissa

- voidaan viitata standardiin SFS 5269, kun käytetään muita kuin törmäysturvallisia pylväitä ja halutaan mitoiltaan ja ulkonäöltään samanlaisia pylväitä kun viereisillä katuosuuksilla on käytetty.

Taajamissa valaisinpylväisiin kiinnitetään usein liikenteenohjaus-, mainos- tai muita laitteita, joiden aiheuttamat kuormat on otettava huomioon pylväiden mitoituksessa ja rakenteessa.

### 6.3.2 Pylvään sijainti

Rakennussuunnitelmaa laadittaessa pylväiden sovittaminen aloitetaan pakkopisteistä sijoittamalla ne liittyisiin sekä siltojen, johtojen, putkien ja rumpujen läheisyyteen. Tämän jälkeen jatketaan vapailla tieosilla siten, että pylväsväli on mahdollisimman lähellä valaistusteknisellä laskennalla saatua enimmäispylväsväliä. Näin syntyneillä toteutuneilla pylväsväleillä tehdään lopulliset valaistustekniset laskennat valaisimien valintaa ja valmistuneen asennustyön laadunvalvontaa varten. Jos pylväsväli lyhenee paljon, valaistuksen ylityö estetään valaisimen tehoa pienentämällä tai mitoittamalla valaistus kokonaan uudestaan.

Pienisäteisessä kaarteessa enimmäispylväsväliä lyhennetään kuvan 22 mukaan.

Sopeutumisalueet suunnitellaan kohdan 3.6 mukaan.

Tien ulkoreunalla pylvään keskikohdan etäisyys pientareen reunasta on yleensä 1,6 m. Tällöin jyrkkäluiskaisella kaiteellisella penkereellä voidaan käyttää samaa pylväspituutta kuin loivaluiskaisella osuudella. Sivuojan pohja siirretään mahdollisuuksien mukaan vähintään 0,5 m päähän pylväästä.

Poikkeava etäisyys on tarpeen seuraavissa tapauksissa:

- ahtaissa paikoissa ja levennettäessä tietä voidaan hyväksyä 0,8 m etäisyys,
- pohjavesien suojausalueella pylväät sijoitetaan vähintään 1 m etäisyydelle ojan pohjasta, koska läpivienneistä ei saada täysin vesitiiviitä sekä
- kapeilla, alle 3 m levyisillä välialueilla, pylväät sijoitetaan yleensä välialueen keskelle, ei kuitenkaan alle 0,5 m etäisyydelle ojan pohjasta.

Suurten erikoiskuljetusten reiteillä otetaan huomioon kohdan 3.13 ohjeet.

Jalankulku- ja pyöräteiden tapauksessa pylvään keskikohdan etäisyys väylän reunasta on normaalisti 1 m. Ahtaissa paikoissa riittää 0,5 m.

Pyörätiellä pitkän ja jyrkän alamäen jälkeen pylvään keskikohdan etäisyyttä väylän reunasta kasvatetaan 2-3 metriin pyöräilijöiden törmäysturvallisuuden parantamiseksi.

Valaisinpylväät tulee sijoittaa riittävän kauas puista ( $\geq 2$  m) siten, etteivät puut kasvaessaan estä tien valaistusteknisten vaatimusten täyttymistä. Valaisinpylväiden etäisyyden muista kiinteistä rakenteista täytyy olla vähintään 3 m, jotta puhtaana-pitokoneet mahtuvat kulkemaan esteettä alueella. Alueilla, joilla pylväiden vaurioitumisriski on suuri, pylväät tulee suojata erillisillä kaide- tai pollarirakenteilla.

Kaksiajorataisella tiellä pylväät sijoitetaan keskialueen keskelle ja sivuojan pohjaa siirretään hiukan sivuun.

Kaiteen ja törmäysturvallisen pylvään väliin jätetään riittävä joustovara, joka vastaa pienen henkilöauton törmäyksessä aiheutuvaa kaiteen toimintaleveyttä TB11W<sub>N</sub>. Joustovara mitataan kaiteen etureunasta valaisinylvään etureunaan. Markkinoilla olevien kaiteiden toimintaleveyksiä on esitetty Liikenneviraston oppaassa **Markkinoilla olevia kaidetuotteita**. Kaiteisiin liittyviä tarkempia ohjeita on Liikenneviraston ohjeessa **Tiekaiteiden suunnittelu**.

Jos pylväs ei ole törmäysturvallinen, kaiteen ja pylvään väliin tarvitaan joustovara, joka vastaa kaiteen toimintaleveyttä N2W<sub>N</sub>.

Pylväät voidaan sijoittaa myös betonikaiteeseen, jolloin joustovaravaatimusta ei ole.

Silloilla valaisinylväs sijoitetaan 0,2 m etäisyydelle teräksisen sillankaiteen taakse.

Kanavoidun liittymän keskikorokkeella valaisinylväs sijoitetaan niin, että se helpottaa portaalissa olevien merkkien lukemista. Pylväänä käytetään energiaa vaimentavaa (HE) pylvästä, joka sijoitetaan niin, että auto törmää siihen ennen osumista portaaliin. Tarkempia ohjeita on Liikenneviraston ohjeessa **Liikennemerkkien rakenne ja pystytys**.

## 6.4 Perustukset

Maanteillä käytettävien valaisinpylväiden jalustojen laatuvaatimukset ovat esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**. Ohjeessa on määritelty jalustan upotustilan mitat, jalustan murtokuorma ja geotekniikassa mitoituksessa käytettävä DL<sup>3</sup>-mitta.

Jalusta valitaan seuraavasti:

1. Tuulen valaisinpylvääseen aiheuttama kaatava momentti määrää jalustan DL<sup>3</sup>-mitan. Luiskaolosuhteiden perustapaukseen soveltuva DL<sup>3</sup>-mitta valitaan taulukosta 24, jos pylvästuotetta ei tunneta. Jos tuote tunnetaan, momentti ja DL<sup>3</sup>-mitta valitaan Liikenneviraston ohjelueettelon excel-tilukosta **Pylväiden ja jalustojen yhteensovitustaulukko** tai valmistajan tuote-esitteestä.
2. Suunnitelmasta todetaan perustapauksesta poikkeavat luiskaolosuhteet. Jos suunnitelmassa ei ole tietoja pohjatutkimuksista, saven ja siltin esiintymistä voidaan etsiä maaperäkartasta <http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>.

Perustapaus (kerroin  $k_l = 1,0$ ) sisältää seuraavat tilanteet:

- loiva luiska (1:3...4), jossa maaperänä on kitkamaa tai sitkeä (leikkauslujuudeltaan  $su \geq 25$  kPa) savi tai siltti (P1...P5) sekä
- jyrkkä luiska (1:1,5...2), jossa maaperänä on yleensä hyvä kitkamaa (P1...P3).

Hyvä luiskaolosuhde (kerroin  $k_l = 0,7$ ) sisältää seuraavat tilanteet:

- vaakasuora keski- tai välisaareke, jossa maaperänä on hyvä kitkamaa (P1...3).

Huono luiskaolosuhde (kerroin  $k_l = 1,4$ ) sisältää seuraavat tilanteet:

- loiva luiska, jossa maaperänä on pehmeä (leikkauslujuudeltaan  $su = 15...25$  kPa) savi tai siltti (P6).

Erittäin huono luiskaolosuhde (G) sisältää seuraavat tilanteet:

- loiva luiska, jossa maaperänä on turve tai niin pehmeä savi tai siltti, että geosiantuntijan lausunnon perusteella tarvitaan paaluperustus tai massanvaihto.

Luiskaolosuhdekerroin  $k_l$  merkitään pylväs- ja valaisinluetteluun jokaisen pylvään kohdalle. Alle 0,3 m paksuiset luiskaverhoukset tai tien rakennekerrosten ulottuminen osittain pylvään kohdalle eivät vaikuta maaperän arviointiin.

Kohdassa 1 määritetty perustapaukseen soveltuva DL<sup>3</sup>-mitta kerrotaan luiskaolosuhdekertoimella  $k_l$  (0,7; 1,0 tai 1,4) ja tulos merkitään jokaisen pylvään kohdalle pylväs- ja valaisinluetteluun. Huonon luiskaolosuhteen tapauksessa DL<sup>3</sup>-mittaa ei kerrota 1,4:llä, jos jalustan ympärille määrätään tehtäväksi ohjeen **Sivukuormitetut pilariperustukset** mukainen kapea mursketäyttö.

3. Toteuttaja valitsee pylväille jalustan, jonka DL<sup>3</sup>-mitta on vähintään kohdassa 2 vaadittu arvo. Jos suunnitelmaan merkitty mursketäyttö jätetään tekemättä, jalustan DL<sup>3</sup>-mitta on kerrottava 1,4:llä. Lisäksi toteuttaja varmistaa ohjeen **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** tai **Pylväiden ja jalustojen yhteensovitusaulukon** avulla, että valittu pylvästuote sopii jalustaan niin, että säätövara on riittävä eikä jalusta ole liian väljä. Myös jalustan soveltuvuus luokan HE-tyypille varmistetaan.
4. Toteuttajan tulee tarkastaa jalustan perustamisvaiheessa, onko asennuspai-kan luiskaolosuhde suunnitelman mukainen. Pehmeän saven ja siltin kohdalla tehdään mursketäyttö, vaikka pehmeää savea tai silttiä ei olisi havaittu suunnitelmassa.

Edellä kuvattua menettelyä käytettäessä kohteelle riittää yleensä yksi tai kaksi jalustakokoa kutakin asennuskorkeutta kohti. Pehmeimmissä maalajeissa, käytetään ka-peaa tai leveää mursketäyttöä ohjeen **Sivukuormitetut pilariperustukset** mukaisesti, jolloin suurempaa jalustaa ei tarvita. Laattaperustukset mitoitetaan ohjeen **Pohjara-kennusohjeet** mukaan.

Esimerkki valaistuksen rakennussuunnitelman pylväs- ja valaisinluettelosta on tämän ohjeen liitteenä 8.

Jalustojen DL<sup>3</sup>-mitan laskenta ja maaperään liittyvän varmuuskertoimen käyttö on esitetty tarkemmin ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**. Pohjamaaluokat ja mitoitus liittyvät kaavat on kuvattu tarkemmin ohjeessa **Sivukuormitetut pilariperustukset**. Valaisinpylväiden jalustojen valinnassa maalaji luokitellaan kuitenkin tässä ohjeessa esitetyllä yksinkertaistetulla luiskaolosuhdeluokituk-sella eikä luokkien P1...P5 eroja oteta sen tarkemmin huomioon.

*Taulukko 24. Esimerkkejä tuulen aiheuttamista momenteista eri metallipylvästyypeil-le. Mitoitus on tehty standardien SFS-EN 40-3-1 ja SFS-EN 40-3-3 mu-kaan. Maastoluokka II, tuulen referenssinopeus 21 m/s ja tuulen osa-varmuusluku 1,4. Valaisimen massa 15 kg ja tuulipinta 0,15 m<sup>2</sup>.*

Asennuskorkeus H <sub>A</sub> m	Valaisinvarren ulottuma (w) dm	Momentti kNm	DL <sup>3</sup> -mitta perustaus m <sup>4</sup>
6	So, P2-10	3,0	0,38
8	So	4,2	0,53
8	P10-25	5,9	0,75
10	So	7,5	0,95
10	P10-25	9,5	1,21
10	T10-25	13,0	1,65
12	T2	14,9	1,89
12	P10-25	13,5	1,71
12	T10-25	17,6	2,23
15	T2	22,3	2,83
18	T2	34,4	4,37

Ilmajohdon ja valaisimen ilmajohtopylväisiin aiheuttamat kuormat on annettu oh-jeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**.

## 6.5 Sähköjärjestelmät

### 6.5.1 Sähkölaitteet

Käytettävien sähkölaitteiden tulee täyttää standardisarjan SFS 6000 asettamat vaatimukset ja niillä tulee olla CE-merkintä. Vaatimusten täyttyminen tulee osoittaa CE-merkkiin liittyvällä valmistajan vaatimustenmukaisuusvakuutuksella ja sen teknisillä asiakirjoilla.

#### 6.5.1.1 Ohjausjärjestelmät

Ohjaus toteutetaan joko paikallisesti hämäreäkytkimin ja kellolaittein tai keskitetysti kauko-ohjattuna, jolloin ohjauskäsky välitetään tievalaistusverkon, yleisen sähköverkon tai erillisen viestiverkon kautta. Sähkölaitoksien yllä pitämä verkkokäskyohjausjärjestelmä on poistumassa käytöstä.

- Paikallisohjaus  
Paikallisohjaus tulee kysymykseen, kun valaistavana on pienehkö, erillinen alue, eikä verkkokäskyjärjestelmää ole käytettävissä. Ohjauskäsky annetaan hämäreäkytkimen ja kellon avulla.
- Ketjuttaminen  
Ketjutus on yksinkertainen ja halpa ohjausmenetelmä. Keskukset ovat yhteydessä toisiinsa erillisten 230VAC ohjauskaapeleiden (maakaapeliverkko) välityksellä tai ohjaus otetaan välisulakkeen kautta lähimmästä naapurikeskuksen valaisinpylvästä. Menetelmän heikkoutena on vian monistuminen ohjauksen sarjakytkennän luonteen takia.
- Erillinen viestiverkko  
Erillinen viestiverkko voi olla joko langallinen tai langaton.

Langallinen viestiverkko toteutetaan heikkovirtajärjestelmällä. Keskuksesta toiseen kulkeva viestiverkko muodostuu yleensä ketjumaiseksi, joten se on sarjakytkennän takia altis vian monistumiselle. Järjestelmä ei ole kovin yleinen.

Langaton tiedonsiirto toteutetaan esim. omalla radiotaajuudella, teleoperaattoreiden gsm-verkossa tai internetissä wlan-yhteyden kautta. Langaton ohjausjärjestelmä tulee varmentaa paikallisohjauksella, johon siirrytään automaattisesti, jos langaton ohjausjärjestelmä ei välitä ohjauskäskyä tietyn ajan kuluessa.

- Keskitetty ohjaus  
Alueilla, joissa tievalaistusverkko on yhtenäinen, ohjauksen tulee olla keskitetty, jotta välttyttäisiin häiritseviltä eriaikaisilta syttymis- ja sammumisajankohdilta. Maanteiden valaistus on ollut vuodesta 2010 tämän ohjaustavan piirissä. Ohjaustapa on varmatoimisin eri ohjausvaihtoehdoista. Verkkokäskyohjaus on korvattu langattomalla radio- tai GSM-kauko-ohjausjärjestelmällä.
- Valaisinkohtainen ohjaus  
Kohdan 1.4.3.3 mukainen valaisinkohtainen ohjaus on monipuolinen ohjaustapa, ja sen etuna on valaisinkohtainen kaksisuuntainen tiedonsiirto. Tieto liikkuu järjestelmässä esim. korkeataajuisena signaalina ryhmäjohtoja pitkin suoraan valaisimille, joten erillisiä ohjauskaapeleita ei tarvita. Valaisinkohtainen ohjaus voidaan toteuttaa myös langattomana ohjauksena.

Valaisinkohtaisen ohjauksen periaatteet on esitettävä työkohtaisissa laatuvaatimuksissa.

Tievalaistuksen ajoittainen vähentäminen ja valaistuksen ohjaustavat on käsitelty kohdassa 1.4.

#### **6.5.1.2 Johtoverkko**

Tievalaistuksen johtoverkko jaotellaan seuraavasti:

- liittymisjohto,
- pääjohto,
- ryhmäjohto,
- valaisinjohto ja
- ohjausjohto.

Liittymisjohto on jakeluverkon liittymispisteen ja valaistuskeskuksen välinen johto. Johto voi olla joko ilma- tai maakaapeli; taajamissa liittymisjohto on lähes poikkeuksetta maakaapelia, mutta taajamien ulkopuolella voidaan käyttää myös ilmakaapelia.

Pääjohto on yhtä tai useampaa jakokeskusta syöttävä virtapiiri.

Ryhmäjohtolla tarkoitetaan valaisinryhmiä syöttävää johtoa. Valinta maakaapelin ja ilmajohtojen välillä on käsitelty kohdassa 6.3.1, ja se määräytyy yleensä pylväsvalinnan mukaan.

Maakaapeleina tulee yleensä käyttää alumiinikaapeleita (pääsääntöisesti AMCMK tai AXMK) poikkipinnan vaihdella 16...35 mm<sup>2</sup>.

Ryhmiteltäessä valaisimia eri ryhmille tulee välttää liian suuria ryhmiä (suojaava sulake tai johdonsuojakatkaisija enintään 25A), jotta vikatilanteet eivät leviäisi kohtuutoman pitkälle esim. taso- ja eritasoliittymäalueilla.

Eri valaistusryhmäjohtojen päät voidaan yhdistää vika- ja muutostöiden varalta varakaapelilla. Varakaapeli vedetään pylväisiin siten, että PEN-johtimet yhdistetään ja vaihejohtimet eristetään. Lisäksi on otettava huomioon eri muuntopiirien aiheuttamat vaatimukset.

Tunneli- ja sillanalusvalaistuksessa pyritään mahdollisuuksien mukaan uppoasennukseen. Asennustavasta riippumatta asennuskaapelina on muovivaippakaapeli MMJ. Pinta-asennuksissa kaapeli asennetaan alumiiniputkeen ja uppoasennuksissa teräsputkeen. Alumiiniputki ei saa olla galvaanisessa yhteydessä sillan betonirakenteisiin. Siltakeskusten nousukaapelina käytetään MCMK 4x10+10 -maakaapelia. Jos siltojen syöttö otetaan suoraan valaisinpylvästä ilman, että välissä on siltakeskusta, käytetään kaapelina MCMK 4x2,5+2,5-maakaapelia ja sulakesuojattuja kytkentäkalusteita.

Ilmajohtoa käytetään useimmiten puupylväsasennuksen yhteydessä.

Ilmajohtoina käytetään riippukierrejohtoa, jossa on teräksinen kannatusvaijeri (AMKA) johdon poikkipinnan vaihdella 16...35 mm<sup>2</sup>. Muukin kaapelityyppi voidaan hyväksyä, jos sen voidaan osoittaa kestävän ilmajohtoon kohdistuvat voimat eri käyttölämpötiloissa ja jääkuormilla. Myötääviä pylväitä käytettäessä on tunnettava ilmajohtojen toiminta törmäyksessä. Jalustasta irtoavissa valaisinpylväissä ilmajohto kiinnitetään normaalein kiintein koukuin. Törmäyksessä auton alle taipuvissa pylväissä käytetään pylvään pystysuunnassa liukuvaa tai irtoavaa koukkua.

Valaisinjohdolla tarkoitetaan valaisinta tai valaisinryhmää syöttävää johtoa. Johdon toinen pää on kytkettynä valaisimeen ja toinen pää pylväessä sijaitsevaan kytkentäkalusteeseen. Johto on sekä maakaapeliasennuksissa että ilmakaapeliasennuksissa säänkestävää MPK-pylväskaapelia, poikkipinta-alaltaan 2,5 mm<sup>2</sup>. Metallipylväismaakaapeliasennuksissa sallitaan myös MMJ-kaapelin, 2,5 mm<sup>2</sup> käyttö. Jos samassa pylväessä on useita valaisimia, ne on kytkettävä tasaisesti eri vaiheille ja jokaiseen valaisimeen viedään oma valaisinjohto.

Valaisinjohtoon tulee täyttää Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisimien laatuvaatimukset** esitetyt vaatimukset.

Kun valaisinjohto on  $\geq 12$  m, on kaapeli varustettava kannatusvaijerilla.

Valonheitinmastot joudutaan joskus varustamaan suuren tehontarpeen vuoksi omalla ryhmäkeskuksella. Tällöin maston valaisimille nousevat johdot luokitellaan edellisen kohdan mukaisiksi ryhmäjohdoiksi.

Ohjausjohdolla tarkoitetaan tievalaistuksen sytytys- ja sammutuskäskyjä keskukselta toiselle välittävää johtoa.

Erillisinä ohjausjohtoina käytetään maakaapeliasennuksessa MCMK 2x6+6 tai MCMK 4x2,5+2,5 maakaapelia. Myös 5-johdin AMCMK (16...35 mm<sup>2</sup>) on mahdollinen. Ilmajohtoasennuksessa tulee ohjausjohtoon olla AMKA 1x16+25. Myös 5-johdin AMKA 4x16+25 on mahdollinen. Tällöin N-johdinta käytetään ohjausjohtimena ja se tulee merkitä kaapelin kummassakin päässä ohjausjohdin-merkinnällä.



### **6.5.1.3 Maadoitus**

Maadoittamisella tarkoitetaan virtapiirin tai laitteen johtavan osan yhdistämistä maadoituselektrodiin. Rakenteena maadoitus on maadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin muodostama kokonaisuus.

Standardisarjan SFS 6000 mukaan nollajohdin on maadoitettava enintään 200 m etäisyydellä verkon syöttöpisteestä ja jokaisen yli 200 m pituisen johdon tai johtohaaran loppupäässä tai enintään 200 m:n etäisyydellä loppupäästä. Maadoitusimpedanssin arvoksi on mahdollisuuksien mukaan pyrittävä saamaan alle 100 ohmia.

Tievalaistuskeskukset varustetaan omalla maadoituselektrodilla ja PEN-johdin on suositeltavaa maadoittaa muuallakin, missä on käytettävissä maadoituselektrodi tai muuten hyvät maadoitusolosuhteet.

Tievalaistuksessa maadoitusjohtimena käytetään 16 mm<sup>2</sup>:n kirkasta kupariköyttä ja maadoituselektrodina kupariputkea tai -sauvoja. Maadoitus tulee varustaa mittauksen mahdollistavalla liittimellä.

Vierekkäiset ryhmät kytketään yhteen erillisellä Cu 16-köydellä, kun ne ovat samassa muuntopiirissä saman sähkötoimittajan alueella. Rautatiesiltojen asennuksissa ja kaasuputkien läheisyydessä, kuten myös korkeajännitepylväiden ja sähköistettyjen rautateiden läheisyydessä kulkevissa maadoituksissa on otettava huomioon näitä asennuksia koskevat erityisvaatimukset, joita on käsitelty kohdassa 8.4.8.2. Muutospiiirirajojen vaikutus on otettava huomioon.

### **6.5.1.4 Kojeistot ja laitteet**

Kojeistoilla ja laitteilla tarkoitetaan tievalaistuksen sähköverkkoa syöttäviä keskuksia, kotelointeja, putkipylväskalusteita ja valaisimia.

Kojeistot ja laitteet ryhmitellään seuraavasti:

- jakokeskukset,
- valaistuskeskukset,
- ohjauslaitteet,
- pylväskalusteet ja haaroituskotelot,
- valaisimet.

Jakokeskus on joko maahan jakokaappiin tai pylvääseen asennettu koteloitu keskus.

Taajamissa jakokeskuksen etäälle näkyvät pinnat suojataan töhrimistä estävällä ilki-vallan kestäväällä ritilällä.

Jakokaappi on omalla jalustallaan seisova joko metallilevystä tai lasikuidusta tehty yhtenäinen kaappi. Jakokaapin tulee olla standardin SFS 2533 mukainen kaapelijakokaappi ja jalustan tulee täyttää standardin SFS 2534 vaatimukset. Jakokaapin avaimen tulee olla standardin SFS 2851 mukainen tai vastaava tilaajan hyväksymä avainlukkoyhdistelmä.

Jakokaapin sisällä olevan varsinaisen tievalaistuskeskuksen kotelointiluokan tulee olla vähintään IP34 (roiskevedenpitävä) jakokaapin ovi avattuna ja sen sisällä olevat kojeet ja laitteet tulee koteloida. Kotelot valmistetaan sinkitystä (ja maalatusta) teräslevystä, muovista tai silumiinista.

Jakokaapin rakenteen tulee taata riittävä ilmankierto.

Valaistuskeskus on valaisinryhmiä syöttävä sähkökeskus. Se asennetaan yleensä maahan jakokaappiin tai erikoistapauksissa pylvääseen tai siltarakenteeseen.

Valaistuskeskuksia ovat lisäksi:

- siltojen ja tunnelien koteloidut keskuksset,
- mastovalaistuksen koteloidut keskuksset ja
- erillisalueiden valaistuskeskuksset.

Pylväskalusteella tarkoitetaan sitä pylvään sisälle asennettavaa laiteyhdistelmää, jolla valaisinjohto liitetään ryhmäjohtoon. Pylväskaluste käsittää joko runkoon kiinnitetty tai irrallisena olevat varokkeet ja johtojen kytkemistä varten tarvittavat liittimet. Pylväskalusteen kotelointiluokan on oltava voimassa olevien määräysten ja ohjeiden mukainen.

Haaroituskotelo (siirtymäkotelo tai valaisinylväskaappi esim. ENSTO SK 160) on lähinnä puupylväissä käytettävä pinnalle asennettava kytkentäkotelo, joka sisältää tarpeelliset liittimet maakaapelin jatkamiseksi ja vaihtamiseksi MPK-kaapeliksi. Haaroituskotelon asennuksen alareuna on 1,7 m maanpinnasta.

Loistehon kompensointi tulee suorittaa valaisinkohtaisesti. Tällöin verkon kompensointiaste pysyy automaattisesti oikeana eikä riipu syöttöalueen valaisinmäärästä. Koska valaisinkohtaisten kondensaattoreiden käyttö pienentää huomattavasti valaisimien ottamaa syttymis- ja palamisvirtaa, myös energiahäviöt pienenevät ja pitkien ryhmäjohtojen ylivirtasuojaus on helpompi toteuttaa. Valaisinkohtaisessa kompensoinnissa kondensaattori kytketään valaisimen liitäntälaitteiden yhteyteen.

Jos valaisinkohtainen kompensointi puuttuu, suurten valaisinverkkojen loistehon kompensointi voidaan saneerattaessa hoitaa kondensaattoreilla, jotka sijoitetaan ryhmäjohtojen puoleenväliin, tai vaihtoehtoisesti jakokeskuksen yhteyteen asennetaan yhteinen kondensaattoriyksikkö tai -yksiköitä.

Kompensoinnilla on merkittävä tehohäviöitä pienentävä vaikutus.

## **6.5.2 Sähköverkko**

Tievalaistuksen johtoverkon mitoituksen lähtökohtia ovat tunnetut kuormitustiedot ja asennustapa. Verkon tulee suunniteltavan alueen olosuhteissa täyttää tehtävänsä mahdollisimman taloudellisesti sille asetettujen teknillisten vaatimusten ja määräysten puitteissa. Johdon poikkipinta-alan valintaan vaikuttavat tärkeimmät mitoitusperusteet ovat terminen kuormitettavuus, jännitteen alenema ja syötön automaattista poiskytkentää koskevat ehdot.

### **6.5.2.1 Verkon suunnittelu**

Verkon suunnittelussa tulee kohdassa 6.5.1 esitettyjen perusteiden lisäksi ottaa huomioon seuraavaa:

1. Ohjaus tulee suunnitella siten, että valaistuksen syttyminen ja sammuminen tapahtuu alueittain yhteenliittyvillä teillä samanaikaisesti. Jos tämä ei ole mahdollista esimerkiksi siksi, että eri kunnissa on käytössä erilaiset ohjausjärjestelmät, tulee epäjatkuvuuskohdat sijoittaa sellaisiin paikkoihin, että niistä aiheutuu tien käytölle mahdollisimman vähän haittaa.

Eri sähkölaitoksien väliset yhteisohjaukset tulee suunnitella siten, että sähkölaitoksen alueella suoritettavat verkoston muutokset, esim. säästökytkentöjä varten, eivät häiritse toisen sähkölaitoksen jakelualueelle siirtyvää ohjausta.

2. Valaistusverkon suunnittelussa pyritään mahdollisimman tasaisesti kuormitettuun symmetriseen 3-vaiheverkkoon. Valaisimet pyritään ryhmittämään joka kolmas valaisin aina samalle vaiheelle.

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon mahdollisesti toteutettavat valaistuksen ajoittaisen vähentämisen edellyttämät toimenpiteet ja näiden vaatimat varaukset johdoissa, pylväissä, valaisimissa ja keskuksissa.

Liittymäalueilla ryhmitys tulee suunnitella siten, että yhden vaiheen sammussa optinen ohjaus edelleen säilyy eikä valaistuksen tasaisuus merkittävästi huonone. Tien samassa poikkileikkauksessa olevat valaisimet tulee ryhmitellä eri vaiheille.

3. Verkon ja keskuksien mitoituksessa on otettava huomioon tulevaisuuden mahdollinen lisätehontarve joko myöhempien rakennusvaiheiden aiheuttamien verkon laajenemisen tai pistemäisten kuormitusten kuten liikennehallintalaitteiden siltojen jne. muodossa.

Suunniteltaessa säteittäisesti syötettäville ryhmäjohdoille rengassyöttömahdollisuuksia vikatapauksia varten, tulee ryhmien verkkoarvojen kuitenkin säilyä määräysten mukaisina.

4. Avoimella tiellä liikennemerkkejä ei valaista erikseen. Tunneleiden liikennemerkit valaistaan aina. Muuttuvat opasteet suunnitellaan liikennemerkkejä koskevien ohjeiden mukaan.

### 6.5.2.2 Mitoituksen perusteet

#### *Ylikuormitussuojaus*

Johdon ylikuormitussuojaus on esitetty standardissa SFS 6000-4-43.

Johto on mitoittettava siten, ettei sen normaali kuormitusvirta ylitä käytetyn sulakkeen nimellisvirtaa silloin, kun sulake on johdon ainoa suoja eli sulake toimii ylikuormitus- ja oikosulkusuojana.

Jokainen virtapiiri on varustettava ylikuormitussuojalla siten, että ylikuormitusvirta katkaistaan, ennen kuin lämpötila ehtii nousta niin, että eristys, jatkokset, liitokset tai johtimien ympäristö vahingoittuu. Kaapelin kuormituskestävyys on yleensä riittävä tievalaistusasennuksissa, koska käytettävät kaapelit on pitkien yhteyksien vuoksi mitoitettu kuormitukseen nähden huomattavasti suuremmiksi. Käytännössä oikosulkuvirta rajoittaa sulakekokoa enemmän kuin kuormituskestävyys.

Kaapelien kuormitettavuutta on käsitelty standardissa SFS 6000-5-52.

Kaapelien maksimikuormitusta määritettäessä noudatetaan kaapelinvalmistajan antamia arvoja maksimikuormituksille sekä asennustavasta johtuvia kertoimia.

AMKA-johdon asennus ei ole palonkestävä, minkä vuoksi johto on suojattava sen alkupäähän sijoitettavalla ylikuormitussuojalla.

Oikosulku- ja ylikuormitussuojan nimellisvirran  $I_n$  tulee täyttää ryhmäjohtojen osalta myös seuraava ehto:

Sulakkeet:

$$I_n \geq 1.3 \times (\text{lamppujen palamistilanteen aikainen kokonaisvirta})$$

Johdonsuojakatkaisijat:

$$I_n \geq 1.3 \times (\text{lamppujen syttymistilanteen aikainen kokonaisvirta})$$

Em. ehdot estävät sulakkeiden ennenaikaisen vanhenemisen ja johdonsuojakatkaisijoiden laukeamisen lamppujen syttyessä. Kokemuksen mukaan näin mitoitetut sulakkeet kestävät vahingoittumatta syttymisvirran rasitukset. Johdonsuojakatkaisijoiden ominaisuuksien erojen takia nollausehdot saadaan paremmin toteutumaan käyttämällä sulakkeita.

#### *Jännitteen alenema*

Jännitteen alenema vaikuttaa toimitettavan sähkön laatuun. Standardisarjassa SFS 6000 suositellaan, että jännite ei sähkön luovutuskohdassa eroa nimellisjännitteestä tavallisten käyttöolosuhteiden aikana enempää kuin  $-10\ldots+6\%$  (207...244 V). Tievalaistuksessa purkauslamppuja käytettäessä voidaan sallia kuitenkin vain  $\pm 6\%$ :n jännitteen vaihtelu nimellisjännitteestä. Liian alhaisen jännitteen vuoksi lamput syttyvät eriaikaisesti tai jotkin lampuista syttyvät ja sammuvat omia aikojaan.

Mitoitusta tarkistettaessa on otettava huomioon, ettei jakeluverkossa ole muuta sykkäksenomaista kuormaa (esim. pumppaamojen suuret moottorit), joka aiheuttaa verkkoon kytkentäsykkyksiä ja valaistuksen välkkymistä.

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

---

Ulkovalaistuksessa käytettävien purkauslamppujen toiminta riippuu oleellisesti verkon jännitteestä. Hetkellinenkin liian suuri jännitteen alenema sammuttaa purkauslamput muutamaksi minuutiksi.

Jatkuva yli- tai alijännite vaikuttaa haitallisesti lampun elinikään. Purkauslampuilla alijännite ei pidennä lampun kestoikää samalla tavalla kuin hehkulampuilla. Alijännitteen haitallisuus lampun syttymisen kannalta korostuu kovalla pakkasella. Samoin lampun valovirta alenee jännitteen pienentyessä eikä vaadittua valaistustasoa enää saavuteta. Ylijännite aiheuttaa lamppujen ja liitälaitteiden iän lyhentymisen ja jaksoittaista palamista käytön aikana.

Jännitteen alenema lasketaan yleensä lamppujen syttymisvirtojen mukaan. Näin pystytään varmistamaan kaikkien lamppujen yhtäaikainen syttyminen. Lamppujen syttymisvirta on huomattavasti palamisvirtaa suurempi, jolloin myös syttymishetken jännitteen alenema on suurempi. Eri lamppu- ja liitälaittevalmistajilla nimellisarvoltaan vastaavien tuotteiden virta- ja tehoarvovaihtelut saattavat olla huomattavia.

Jännitteen alenema lasketaan jakelumuuntamosta ryhmän viimeiseen valaisimeen. Tavanomaisissa tapauksissa kokonaisjännitteenalennus on liittymisjohdossa, ryhmäjohdossa ja valaisinjohdossa syntyvien jännitehäviöiden summa.

***Ylijännitesuojaus***

Tievalaistusverkko tulee suojata ilmastollisia ylijännitteitä vastaan. Ylijännitesuojaus tulee toteuttaa mahdollisimman kattavana.

Keskuksien, sähköjakolaitteiden ja valaisimien impulssijännitteen suojauksien tulee täyttää standardin SFS 6000-4-44 taulukon 44.B1 mukaiset mitoitusarvot ja ylijänniteluokkavaatimukset. Keskuksilla tulee täyttyä ylijänniteluokan IV (6kV) vaatimukset, elektroniikkaa sisältävien ryhmälähtöjen tulee täyttää ylijänniteluokan III (4kV) vaatimukset ja valaisimilta vaadittavan laitesuojan tulee täyttää ylijänniteluokan II (2,5kV) vaatimukset.

Ylijännitesuojauksen lisäksi tulee toteuttaa riittävä maadoitus, jota on käsitelty kohdassa 6.5.1.3.

***Oikosulku- ja kosketusjännitesuojaus***

Ulkovalaistuslaitteiden tulee olla joko suojaeristettyjä tai suojamaadoitettuja, koska niiden käyttöolosuhteet ovat vaaralliset.

Valaisinryhmiä syöttävissä ryhmäjohdoissa ei yleensä käytetä erillistä suojajohdinta, vaan ryhmäjohdon PEN-johdin hoitaa sekä nollajohtimen että suojamaadoitusjohtimen tehtävät.

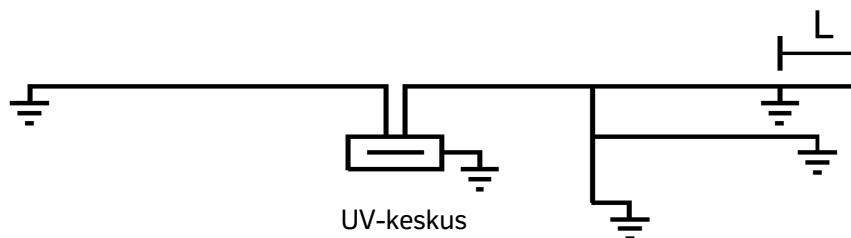
Valaisimen suojamaadoittamiseen tulee kuitenkin käyttää nollajohtimesta erillään olevaa suojamaadoitusjohdinta, joka kytketään kytkentäkalusteen PE-liitäntäpisteeseen, johon on kytketty myös ryhmäjohdon PEN-johdin. Tämä on maadoitustavaltaan TN-C-jakelu-järjestelmä, ja siinä ryhmäjohdon äärijohtimen poikkipinta-alan on oltava vähintään 10 mm<sup>2</sup> Cu tai 16 mm<sup>2</sup> Al. Jos ulkovalaistuskohdeiden ryhmäjohdoissa äärijohtimen poikkipinta-ala on alle 10 mm<sup>2</sup> Cu tai 16 mm<sup>2</sup> Al, näissä johdoissa tulee olla aina nollajohtimen lisäksi erillinen suojajohdin. Koko valaistusverkon kannalta tämä on TN-C-S-järjestelmä.

Myötävissä pylväissä maadoitusjohtimen tulee olla metrin pitempi kuin virtajohtimet.

Suojalaitteen on automaattisesti kytkettävä pois syöttö piiristä tai laitteesta, jota se suojaa kosketusjännitteeltä. Poiskytkennän on tapahduttava siten, että jännitteisen osan ja jännitteelle alttiin osan tai suojajohtimen välisen vian aikana tavanomaista kosketusjännitteen raja-arvoa  $U_L$  suurempia kosketusjännitteen arvoja ei esiinny niin kauan, että siitä aiheutuisi haitallisia fysiologisia vaikutuksia henkilölle, joka koskettaa samanaikaisesti kosketeltavia johtavia osia.

Johdonsuojakatkaisijoita käytettäessä on erityisesti tarkistettava niiden selektiiviset toimintaedellytykset ja otettava huomioon rajoittuneesta katkaisukyvyistä johtuvat etusulakevaatimukset valmistajan ohjeiden mukaan. Johdonsuojakytkimiä käytettäessä on otettava huomioon myös standardisarjassa SFS 6000 esitetty vaatimus, jonka mukaan erotuslaitteen auki olevien koskettimien avausvälin tulee olla nähtävissä, tai se pitää osoittaa selvästi ja luotettavasti ”auki”-merkinnällä. Tällainen merkintä saa olla näkyvissä ainoastaan silloin, kun vaadittu avausväli on saavutettu jokaisessa navassa. Erotuslaitteen rakenteen tulee olla myös sellainen, että se ei voi tahattomasti sulkeutua.

Standardisarjan SFS 6000 mukaan nollajohdin on käyttömaadoitettava enintään 200 m etäisyydellä järjestelmän syöttöpisteestä ja jokaisen yli 200 m pituisen johdon tai johtohaaran loppupäässä tai enintään 200 m etäisyydellä loppupäästä kuten kuvassa 38 on esitetty.



Kuva 38. Ulkovaalaistusverkon maadoitukset.  $L \leq 200 \text{ m}$

Valaistusverkossa tulee syötön automaattisen poiskytkennän mitoituksessa standardisarjan SFS 6000 mukaan noudattaa samoja vaatimuksia kuin rakennusten yli 32 A ylivirtasuojilla suojattujen sähköasennusten suojauksessa. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että vikatilanteessa valaisimia suojaavien suojalaitteiden tulisi toimia alle viidessä sekunnissa.

Käytännössä jokaiseen valaisinpylvääseen, lukuun ottamatta ilmajohtoasennuksia, asennetaan kuitenkin omat suojalaitteet, joten valaisimia syöttävä verkko voidaan mitoittaa jakeluverkkoja koskevien määräysten mukaisesti.

Jakeluverkkoon rinnastettavan valaistusverkon syötön automaattisen poiskytkennän mitoituksessa tulee noudattaa alle viiden sekunnin poiskytkentäaika. Jos verkossa käytetään virtapiirien suojalaitteiden lisäksi valaisimien syötössä suojalaitteita esim. sulakkeita joko pylväässä tai valaisimessa, voidaan syöttävä verkko mitoittaa jakeluverkon tavoin taulukon 25 mukaan.

Taulukko 25. Jakeluverkon suurimmat sallitut sulakekoot.

Ylivirtasuojaja	Pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta jakeluverkossa
gG-tyypin sulake $I_N \leq 63A$	$2,5 \times I_N$
gM-tyypin sulake $I_N \geq 63A$	$3,0 \times I_N$

Valaisinkohtaisen suojalaitteen saa kuitenkin jättää pois, jos ilmajohtoasennuksessa puupylväässä olevaa valaisinta syöttää enintään 35A ylivirtasuojalla varustettu valaistusverkon ryhmäjohto, vaikka tällöin sallittu vian poiskytkentäaika (5 sekuntia) ylittyy.

Keskuksessa sijaitsevien sulakkeiden arvoja voidaan jonkin verran suurentaa välisulakkeiden avulla. Verkon ylläpidon ja selväpiirteisyyden takia ei välisulakkeiden käyttöä kuitenkaan suositella. Peräkkäisten sulakkeiden osalta on tarkistettava niiden keskinäinen selektiivisyys. Yleensä sulakkeet ovat selektiivisiä, jos niiden väli on vähintään kaksi porrasta. Tarkemmat arvot saadaan sulakkeiden sulamiskäyrien avulla. Välisulakkeita käytetään myös silloin, kun ryhmäjohtosta haarautuu ohuempi johto. Tällaisia tilanteita ovat mm. siltojen syötöt ja valaistavat linja-autokatokset.

#### **Kuluttaja-asennuksia koskevat vaatimukset**

Kuluttaja-asennuksissa enintään 32 A suojalaitteella suojatuille ryhmäjohtoille ei yksivaiheisen oikosulkuvirran laukaisuaika saa ylittää 0,4 s. Pääjohtoille ja yli 32 A suojalaitteella suojatuille ryhmäjohtolle sallitaan enintään 5 s laukaisuaika. Laukaisuaika sulakkeita käytettäessä on valittava ylemmän rajakäyrän mukaan. Ylivirtasuojan, jonka toimimisaika ei sanottavasti riipu virrasta, katsotaan toimivan nopeasti, jos sen aikahidastus on lyhyt ja pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta sen suojaamassa järjestelmän osassa on vähintään 1,25 kertaa suojan asetteluvirta.

Taulukossa 25 on esitetty standardin SFS 5468 mukaiset gG-tyyppisten ja gM-tyyppisten sulakkeiden virta-arvot, joilla sulakkeen sulamisaika on korkeintaan 5 s. Jos yksivaiheinen oikosulkuvirta on yhtä suuri tai suurempi kuin taulukossa esitetty arvo, toteutuu sulakkeen laukaisuaikavaatimus.

## 6.6 Kustannukset

### 6.6.1 Yleistä

Tienpidon eri vaiheissa tarvitaan kustannustietoja tievalaistuksen rakentamisesta ja hoidosta:

- valaistuksen kannattavuutta ja tarpeellisuutta arvioitaessa,
- hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittelyssä,
- toteuttamishjelman laatimisessa,
- valaistusratkaisujen, valaistustyyppien ja valaistuslaitteiden vertailussa,
- kustannusarvioissa,
- tavoitebudjetissa ja
- tiesuunnitelman valaistustiedoissa.

Laskentamenetelmä, tarkkuus ja yksiköt vaihtelevat tilanteen mukaan.

Tie- ja katuvalaistuksen tarveselvitykseen ja yleissuunnitelmaan mahdollisesti sisältyvät kustannusarviot ovat alustavia. Hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittelyssä ja toteuttamishjelman laatimisessa kustannukset lasketaan yleensä seurannasta saatujen kilometrihintojen avulla.

Yksittäisen tievalaistushankkeen tarpeellisuuden arvioinnissa kustannukset voidaan laskea valaistusyksikön hintojen tai kilometrihintojen perusteella.

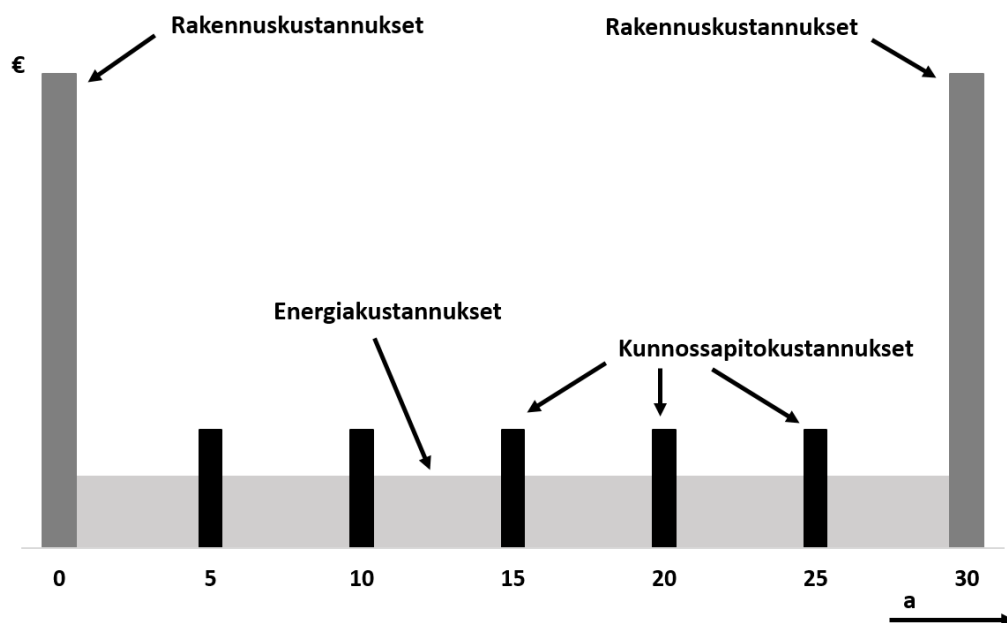
Tievalaistuksen rakennussuunnitelmaa laadittaessa valaistustyyppien ja rakenteiden vertailu suoritetaan kustannuslaskennalla, joka perustuu merkittävien osien yksikköhintoihin. Näitä menetelmiä selostetaan seuraavissa kohdissa. Hallinnolliseen käsittelyyn tarvittava kustannusarvio laaditaan ajankohtaisten yksikköhintojen avulla.

Rakennushankkeen toimintasuunnitelmaan sisältyvä tavoitebudjetti perustuu viimeistelyyn määräluetteloon sekä ajankohtaisiin hankinta- ja asennushintoihin.

Valaistuskustannuksista yli puolet syntyy vasta käytön aikana. Tulevista kustannuksista merkittävä osa sidotaan kuitenkin jo aikaisissa suunnitteluvaiheissa, tarveselvityksessä, yleissuunnitelmassa ja tiesuunnitelmassa. Rakennussuunnitteluvaiheessa voidaan myöhemmin syntyviin kustannuksiin vaikuttaa enää vähän.

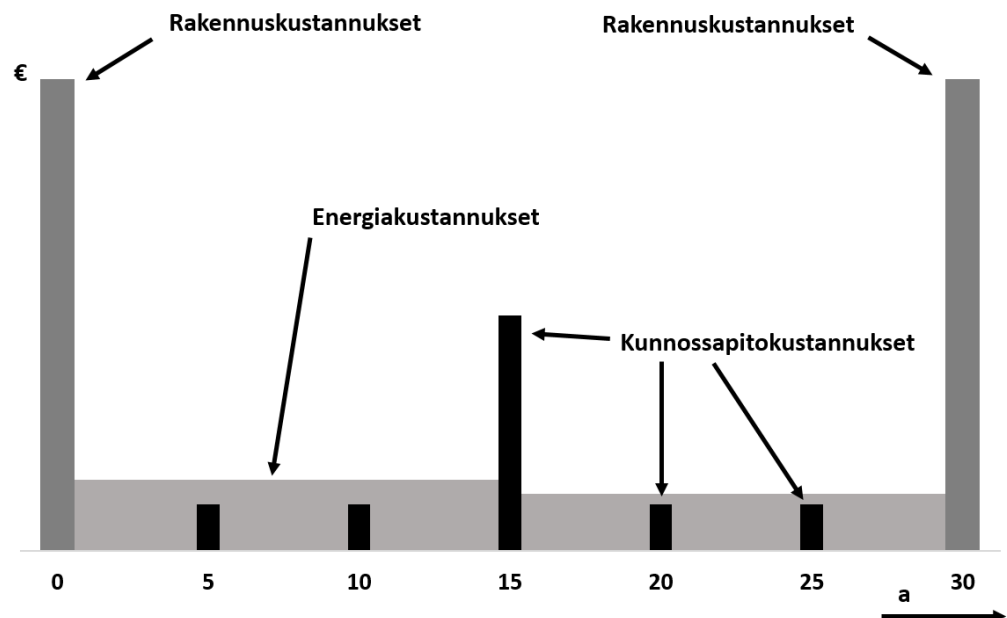
Kuvassa 39 on esimerkki purkauslampuilla toteutetun valaistushankkeen elinkaaren aikana syntyvistä kustannuksista.





Kuva 39. Esimerkki suurpainenatriumvalaisimilla toteutetun tievalaistushankkeen rahavirroista. Vuosittaisia yksittäisvaihtoja ei ole otettu huomioon.

Hoitokustannusten jakauma elinkaaren aikana on hyvin riippuvainen valaisimien valonlähteestä. Kuvassa 40 on esimerkki LED-valaisimilla toteutetun valaistushankkeen elinkaaren aikana syntyvistä kustannuksista.



Kuva 40. Esimerkki LED-valaisimilla toteutetun tievalaistushankkeen rahavirroista. Vuosittaisia yksittäisvaihtoja ei ole otettu huomioon.

LED-valaisimien osalta kunnossapitokustannukset määräytyvät valaisimien puhdistuskustannuksista sekä LED-valaisimien tai LED-moduulien, liitäntälaitteiden ja muiden tarvittavien sähköosien ryhmävaihdosta kun polttoikä on saavutettu. Lisäksi LED-valaistuksen osalta täytyy ottaa huomioon tarvittavat yksittäisvaihdot valaisimien vioittuessa.

## 6.6.2 Rakennuskustannukset

### 6.6.2.1 Rakennuskustannukset pituusyksikköä kohti

Kustannukset €/tiemetri lasketaan kaavalla (4).

$$K_r = \frac{m \cdot H_p + n \cdot H_v + S \cdot H_{sv}}{S}, \quad (4)$$

jossa

m	on pylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa,
n	valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa,
H <sub>p</sub>	pylvään ja jalustan hinta sisältäen asennustyöt sekä ympäristäytön (€/kpl),
H <sub>v</sub>	valaisimen hinta sisältäen ensimmäisen valonlähteen ja asennustyöt (€/kpl),
H <sub>sv</sub>	sähköverkon perushinta (€/m) ja
S	pylväsväli (m).

### 6.6.2.2 Aluevalaistushankkeen rakennuskustannukset

Kustannukset € lasketaan kaavalla (5).

$$K_r = M \cdot H_p + N \cdot H_v + L \cdot H_{sv}, \quad (5)$$

jossa

M	on pylväiden lukumäärä,
H <sub>p</sub>	pylvään ja jalustan hinta sisältäen kaikki asennustyöt sekä ympäristäytön (€/kpl),
N	valaisimien lukumäärä,
H <sub>v</sub>	valaisimen hinta sisältäen ensimmäisen valonlähteen ja asennustyöt (€/kpl),
L	sähköverkon pituus (m) ja
H <sub>sv</sub>	sähköverkon perushinta (€/m).

## 6.6.3 Hoitokustannukset

Hoitokustannukset jakautuvat energia- ja kunnossapitokustannuksiin.

### 6.6.3.1 Hoitokustannukset pituusyksikköä kohti

Ensimmäisen vuoden hoitokustannukset K<sub>h1</sub> lasketaan kaavalla (6).

$$K_{h1} = (K_{e1} + K_{kp1}), \quad (6)$$

jossa

K <sub>e1</sub>	on ensimmäisen vuoden energiakustannukset ja
K <sub>kp1</sub>	ensimmäisen vuoden kunnossapitokustannukset.

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

Ensimmäisen vuoden energiakustannukset €/tiometri määritellään kaavalla (7).

$$K_{e1} = \frac{t_1 \cdot n \cdot P_i \cdot H_e}{S}, \quad (7)$$

jossa

- $t_1$  on vuotuinen polttoaika (h),  
 $n$  valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa,  
 $P_i$  valaisimen teho liitälaitteineen (kW),  
 $H_e$  sähkön kokonaishinta (€/kWh) ja  
 $S$  pylväsväli.

Ensimmäisen vuoden kunnossapitokustannukset €/tiometri määritellään kaavalla (8).

$$K_{kp1} = \frac{\frac{n \cdot H_l}{t_2} + q \cdot n \cdot H_{ly} + m \cdot C}{S}, \quad (8)$$

jossa

- $n$  on valaisimien lukumäärä poikkileikkauksessa,  
 $H_{lr}$  lampun ryhmävaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl),  
 $t_2$  lampun polttoikä (a),  
 $q$  yksittäisvaihtojen suhteellinen määrä vuosittain,  
 $H_{ly}$  lampun yksittäisvaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl),  
 $m$  pylväiden lukumäärä poikkileikkauksessa,  
 $C$  kiinteät kustannukset (€/pylväs) ja  
 $S$  pylväsväli.

*Taulukko 26. Suurpainenatriumlamppujen vaihtojen tyypillisimmät hinnat ja polttoikä 5/2014.*

Valonlähde	Polttoikä a	Ryhmävaihto $H_{lr}$ €/kpl	Yksittäisvaihto $H_{ly}$ €/kpl
ST-50, ST-70	5	23	37
ST-100...250	5	28	42
ST-400	5	30	44

Pitkän eliniän omaavien valonlähteiden tapauksessa kaavaa 8 tulee käyttää ottaen huomioon valonlähteiden ja valaisimien kunnossapito-ominaisuudet. Esimerkiksi LED-valaistuksen tapauksessa:

- $H_{lr}$  on LED-valaisimen tai LED-moduulin ja liitälaitteen ryhmävaihdon tai -vaihtojen perushinta sekä LED-valaisimen puhdistukset valaistuksen eliniän aikana sisältäen kaikki asennus- ja puhdistustyöt (€/kpl),  
 $t_2$  LED-valaistuksen tarkasteluajanjakson pituus vuosissa, yleensä 30 vuotta (a) ja  
 $H_{ly}$  liitälaitteen tai LED-moduulin tai LED-valaisimen yksittäisvaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl).

Markkinoilla olevista LED-valaisimista ei ole olemassa pitkän ajanjakson kokemuksia eikä kokemuseräistä tietoa kunnossapitotarpeista ja kustannuksista. Valkoista valoa tuottavan LED-valaisimen elinikä on yleensä 50 000-80 000 h. Arvot vaihtelevat hyvin paljon valaisintyyppistä ja käyttösovelluksesta riippuen. LED-valaisimien kehitys

on hyvin nopeaa ja LED-valaisimien ja LED-moduulien hinnat vaihtelevat paljon valmistajasta, valaisintyyppistä ja käyttösovelluksesta riippuen. Tarkasteluhetkellä voimassa olevat hinnat tulee arvioida valmistajilta saatujen tietojen perusteella.

Esimerkkilaskelmat suurpainenatrium- ja LED-valaistuksen elinkaarikustannuksista on esitetty kohdassa 6.6.4.5.

### 6.6.3.2 Aluevalaistuksen hoitokustannukset

Ensimmäisen vuoden hoitokustannukset  $K_{h1}$  lasketaan kaavalla (9).

$$K_{h1} = (K_{e1} + K_{kp1}), \quad (9)$$

jossa

$K_{e1}$  on ensimmäisen vuoden energiakustannukset ja  
 $K_{kp1}$  ensimmäisen vuoden kunnossapitokustannukset.

Ensimmäisen vuoden energiakustannukset € määritellään kaavalla (10).

$$K_{e1} = t_1 \cdot N \cdot P_i \cdot H_e, \quad (10)$$

jossa

$t_1$  on vuotuinen polttoaika (h),  
 $N$  valaisimien lukumäärä,  
 $P_i$  valaisimen teho liitäntälaitteineen (kW) ja  
 $H_e$  sähkön kokonaishinta (€/kWh).

Ensimmäisen vuoden kunnossapitokustannukset € määritellään kaavalla (11).

$$K_{kp1} = \frac{N \cdot H_l}{t_2} + q \cdot N \cdot H_{ly} + M \cdot C, \quad (11)$$

jossa

$N$  on valaisimien lukumäärä,  
 $H_{lr}$  lampun ryhmävaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl),  
 $t_2$  lampun polttoikä (a),  
 $q$  yksittäisvaihtojen suhteellinen määrä vuosittain,  
 $H_{ly}$  lampun yksittäisvaihdon perushinta sisältäen asennustyön (€/kpl),  
 $M$  pylväiden lukumäärä ja  
 $C$  kiinteät kustannukset (€/pylväs).

Pitkän eliniän omaavien valonlähteiden tapauksessa kaavaa 11 tulee käyttää ottaen huomioon valonlähteiden ja valaisimien kunnossapito-ominaisuudet, ks. kohta 6.6.3.1.

### 6.6.3.3 Hoitokustannusten nykyarvo

Hoitokustannusten nykyarvo eli laskennalliset hoitokustannukset  $K_h$  €/tiemetri tai alue, määritellään kaavalla (12).

$$K_h = (K_e + K_{kp}), \quad (12)$$

jossa

$K_e$  on energiakustannusten nykyarvo 30 vuodelta ja  
 $K_{kp}$  kunnossapitokustannusten nykyarvo 30 vuodelta.

Energiakustannusten nykyarvo € määritellään kaavalla (13).

$$K_e = \sum_{t=0}^{29} \left( \frac{1 + \beta_e}{1 + p} \right)^t \cdot K_{e1}, \quad (13)$$

jossa

- $\beta_e$  on energiakustannusten vuotuinen kasvu, yleensä 6 %,
- $p$  hallinnollisesti määrätty laskentakorko, yleensä 5 %,
- $t$  tarkasteluajanjakson pituus vuosissa, yleensä 30 vuotta ja
- $K_{e1}$  ensimmäisen vuoden energiakustannukset.

Kunnossapitokustannusten nykyarvo € määritellään kaavalla (14).

$$K_{kp} = \sum_{t=0}^{29} \left( \frac{1 + \beta_{kp}}{1 + p} \right)^t \cdot K_{kp1}, \quad (14)$$

jossa

- $\beta_{kp}$  on kunnossapitokustannusten vuotuinen kasvu, yleensä 3 %,
- $p$  hallinnollisesti määrätty laskentakorko, yleensä 5 %,
- $t$  tarkasteluajanjakson pituus vuosissa, yleensä 30 vuotta ja
- $K_{kp1}$  ensimmäisen vuoden kunnossapitokustannukset.

## 6.6.4 Taloudellisuustarkastelut

### 6.6.4.1 Nykyarvomenetelmä

Valaistushankkeen laskenta-ajan (yleensä 30 vuotta) eri vuosina erääntyvät kustannukset: rakennuskustannukset, niiden korot, laskennallinen jäännösarvo sekä hoitokustannukset on saatava keskenään verrattaviksi.

Edellä mainitusta syystä kustannukset ja hyödyt diskontataan sovitulla laskentakorolla (yleensä 5 %) perusvuoteen (tavallisesti hankkeen käyttöönottovuosi).

Tievalaistuksen rakennusaika on yleensä niin lyhyt, että yksikköhinnat eivät muutu eikä korkokustannuksia tule. Tällöin elinkaarikustannusten nykyarvo voidaan laskea kaavalla (15).

$$E_k = K_r + K_h + \frac{1}{(1 + p)^t} \cdot J, \quad (15)$$

jossa

- $E_k$  on elinkaarikustannusten nykyarvo,
- $K_r$  rakennuskustannukset,
- $p$  hallinnollisesti määrätty laskentakorko, yleensä 5 %,
- $t$  tarkasteluajanjakson pituus vuosissa, yleensä 30 vuotta,
- $K_h$  hoitokustannusten nykyarvo ja
- $J$  jäännösarvo.

Laskennallinen jäännösarvo on 25 % rakennuskustannuksista.

#### 6.6.4.2 Vuosikustannusmenetelmä

Kustannusten kokonaisvaikutus saadaan selville keskimääräisten vuosikustannusten avulla. Tätä varten on määriteltävä:

- valaistuksen käyttöaika, yleensä 30 a,
- hallinnollisesti määrätty laskentakorko, yleensä 5 % ja
- hoitokustannusten vuotuinen lisäys, yleensä 3 %.

Keskimääräinen vuosikustannus laskenta-ajan puolivälissä  $K_v$  €/m·a lasketaan kaavalla (16).

$$K_v = \alpha \cdot K_r + (1 + \beta_e)^t \cdot K_{e1} + (1 + \beta_{kp})^t \cdot K_{kp1}, \quad (16)$$

jossa

$\alpha$	on annuiteettitekijä,
$\beta_e$	energiakustannusten vuotuinen kasvu, yleensä 6 %,
$\beta_{kp}$	kunnossapitokustannusten vuotuinen kasvu, yleensä 3 %,
$K_r$	rakentamiskustannukset,
$K_{e1}$	ensimmäisen vuoden energiakustannukset,
$K_{kp1}$	ensimmäisen vuoden kunnossapitokustannukset ja
$t$	tarkasteluajanjakson pituus laskenta-ajan puolivälissä, yleensä 15 v.

Annuiteettitekijä  $\alpha$  saadaan laskentakoron ja laskenta-ajan funktiona kaavalla (17).

$$\alpha = \frac{p}{1 - (1 + p)^{-t}}, \quad (17)$$

jossa

$p$	on hallinnollisesti määrätty laskentakorko, yleensä 5 % ja
$t$	tarkasteluajanjakson pituus vuosissa.

#### 6.6.4.3 Hyötykustannussuhde ja ensimmäisen vuoden tuottokerroin

Hyötykustannussuhde on koko laskenta-ajalta (yleensä 30 vuotta) perusvuoteen diskontattujen hyötyjen ja rakennuskustannusten suhde.

Ensimmäisen vuoden tuottokerroin on tievalaistuksen ensimmäisen käyttövuoden säästöt jaettuna rakennuskustannuksilla.

Hyötykustannussuhde ja ensimmäisen vuoden tuottokerroin lasketaan ohjeen **Tieliikenteen ajokustannusten laskenta** mukaan.

#### 6.6.4.4 Tievalaistuksen tarve

Tievalaistuksen kannattavuutta voidaan tarkastella ajokustannussäästöjen avulla. Suurin osa ajokustannussäästöistä on onnettomuuskustannussäästöjä. Onnettomuuskustannuksissa on otettava huomioon koko vuorokauden ajalta pylväisiin törmäämisistä aiheutunut lisä, koska valaistusasennuksien pylväät lisäävät törmäysonnettomuuksia myös valoisana aikana.

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

Tievalaistuksen liikennetaloudellinen kannattavuus selvitetään vertaamalla keskimääräisiä vuotuisia liikenneonnettomuussäästöjä valaistusmenojen ja pylväsonnettomuuskustannusten yhteisvaikutukseen.

Kun tievalaistuksen tarve perustellaan vain liikennemäärällä, tien standardi oletetaan moitteettomaksi ja liikenneympäristö selkeäksi. Lähtökohtana tievalaistuksen perustelemiseksi liikennemäärällä on kunkin tieluokan keskimääräinen henkilövahinko-onnettomuusaste valaistuksen polttoaikana. Tässä ohjeessa laskelmien perusteena on käytetty taulukon 27 henkilövahinko-onnettomuusasteita.

*Taulukko 27. Henkilövahinko-onnettomuusasteet eri tieluokille valaistuksen polttoaikana.*

Tieluokka	Henkilövahinko-onnettomuusaste onn./10 <sup>8</sup> ajon. km	
Kaksiajorataiset valta- ja kantatiet		
Moottoritie	9,2	
Nelikaistainen keskialueellinen tie tasoliittymän	14,9	
Nelikaistainen keskikaiteellinen tie	8,7	
Keskikaiteellinen ohituskautatie	8,7	
Yksiajorataiset tiet	Taajamamerkin alueella	
	ei	kyllä
Valta- ja kantatie	17,4	36,5
Seutu- ja yhdystie	32,4	50,5

Lisäksi laskelmien perusteena on käytetty seuraavia arvoja tievalaistuksen onnettomuuksien ehkäisemisessä eri tieluokissa:

- moottori- ja moottoriliikennetiet 20 %,
- muut autoliikennetiet 25 % ja
- sekaliikennetiet 30 %.

Edellä mainittujen arvojen pohjalta on määritelty Liikenneviraston excel-työkalun avulla tievalaistuksen liikennetaloudellisen kannattavuuden liikennemäärärajat eri tieluokille, taulukko 1. Aika- ja ajoneuvokustannussäästöjä ei ole otettu huomioon.

## 6.6.4.5 Esimerkki taloudellisuustarkasteluista

## Nykyarvomenetelmä

Yksiajoratainen seututie, ajorata 7 m,

- metallipylväs, maakaapeli,
- 1-rivinen reunasijoitus, asennuskorkeus 10 m,
- valaistusluokka M4.

Suurpainenatriumvalaistus, ST-150	LED-valaistus, 120 W
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pylväsväli 53 m</li> <li>• <math>H_p = 1380</math> €/kpl</li> <li>• <math>H_v = 250</math> €/kpl</li> <li>• <math>H_{sv} = 20</math> €/m</li> <li>• <math>H_e = 0,13</math> €/kWh</li> <li>• <math>H_{lr} = 28</math> €/kpl</li> <li>• <math>H_{ly} = 42</math> €/kpl</li> <li>• <math>C = 34</math> €/pylväs</li> <li>• <math>t_1 = 4000</math> h</li> <li>• <math>t_2 = 5</math> a</li> <li>• <math>P_i = 0,172</math> kW</li> <li>• <math>q = 0,10</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pylväsväli 48 m</li> <li>• <math>H_p = 1380</math> €/kpl</li> <li>• <math>H_v = 700</math> €/kpl</li> <li>• <math>H_{sv} = 20</math> €/m</li> <li>• <math>H_e = 0,13</math> €/kWh</li> <li>• <math>H_{lr} = 390</math> €/kpl</li> <li>• <math>H_{ly} = 150</math> €/kpl</li> <li>• <math>C = 34</math> €/pylväs</li> <li>• <math>t_1 = 4000</math> h</li> <li>• <math>t_2 = 30</math> a</li> <li>• <math>P_i = 0,12</math> kW</li> <li>• <math>q = 0,02</math></li> </ul>
Rakennuskustannukset	Rakennuskustannukset
$K_r = \frac{1 \cdot 1380 + 1 \cdot 250 + 53 \cdot 20}{53} = 50,8$ €/m	$K_r = \frac{1 \cdot 1380 + 1 \cdot 700 + 48 \cdot 20}{48} = 63,3$ €/m
Ensimmäisen vuoden energiakustannukset	Ensimmäisen vuoden energiakustannukset
<ul style="list-style-type: none"> <li>• yöhimmennys, 100W/150W, klo 22–05, 1850 h/v</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• yöhimmennys, 2200 h/v,               <ul style="list-style-type: none"> <li>- klo 22–00, 70 %</li> <li>- klo 00–05, 40 %</li> <li>- klo 05–07, 70 %</li> </ul> </li> </ul>
$K_{el} = \frac{(2150 \cdot 0,172 + 1850 \cdot 0,116) \cdot 0,13}{53} = 1,43$ €/m·a	$K_{el} = \frac{(1800 \cdot 0,12 + 850 \cdot 0,084 + 1350 \cdot 0,048) \cdot 0,13}{48} = 0,95$ €/m·a
Ensimmäisen vuoden kunnossapito-kustannukset	Ensimmäisen vuoden kunnossapito-kustannukset
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LED-moduuli ja liitäntälaitte vaihdetaan 15 v. jälkeen, vaihtohinta n. 40 % valaisimen nykyisestä hinnasta + vaihtotyö</li> <li>• LED-valaisimet puhdistetaan ulkoa 5 v. välein (15 €/kpl)</li> </ul>
$K_{kpl} = \frac{\frac{28}{5} + 0,10 \cdot 42 + 34}{53} = 0,83$ €/m·a	$K_{kpl} = \frac{\frac{330 + 4 \cdot 15}{30} + 0,02 \cdot 150 + 34}{48} = 1,04$ €/m·a



## Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015

Hoitokustannusten nykyarvo	Hoitokustannusten nykyarvo
<ul style="list-style-type: none"> <li>tarkasteluajanjakson pituus 30 vuotta</li> <li>energiakustannusten vuotuinen kasvu 6 %,</li> <li>kunnossapitokustannusten vuotuinen kasvu 3 %</li> <li>hallinnollisesti määrätty laskentakorko 5 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tarkasteluajanjakson pituus 30 vuotta</li> <li>energiakustannusten vuotuinen kasvu 6 %,</li> <li>kunnossapitokustannusten vuotuinen kasvu 3 %</li> <li>hallinnollisesti määrätty laskentakorko 5 %</li> <li>LED-valaisimien tai LED-moduulien ja liitäntälaitteiden ryhmävaihdon jälkeen LED-valaistuksen teho on 80 % alkuperäisestä</li> <li>vakiovalovirtaohjaus, keskimääräinen energiansäästö 10 %</li> </ul>
$K_h = (1,43 \cdot 34,5 + 0,83 \cdot 23,0) = 68,4 \text{ €/m}$	$K_h = (0,95 \cdot 0,9 \cdot 16,0 + 0,95 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 18,5 + 1,04 \cdot 23,0) = 50,3 \text{ €/m}$
Nykyarvomenetelmä	Nykyarvomenetelmä
<ul style="list-style-type: none"> <li>laskennallinen jäännösarvo on 25 % rakennuskustannuksista</li> <li>tarkasteluajanjakson pituus 30 vuotta</li> <li>hallinnollisesti määrätty laskentakorko 5 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>laskennallinen jäännösarvo on 25 % rakennuskustannuksista</li> <li>tarkasteluajanjakson pituus 30 vuotta</li> <li>hallinnollisesti määrätty laskentakorko 5 %</li> </ul>
$E_k = 1000 \cdot (50,8 + 68,4 + \frac{1}{(1+0,05)^{29}} \cdot 0,25 \cdot 50,8) = 122\,300 \text{ €/km}$	$E_k = 1000 \cdot (63,3 + 50,3 + \frac{1}{(1+0,05)^{29}} \cdot 0,25 \cdot 63,3) = 117\,400 \text{ €/km}$

## 7 Valaistussuunnitelmat

### 7.1 Eriasteiset valaistussuunnitelmat

Maanteiden valaistuksen toteuttamisessa on neljä tavoitteiltaan ja tarkkuudeltaan erilaista suunnitelmaa:

- ulkovalaistuksen tarveselvitys,
- tievalaistuksen yleissuunnitelma,
- tiesuunnitelman valaistustiedot ja
- tievalaistuksen rakennussuunnitelma.

Tie- ja katuvalaistuksen tarveselvitys sisältää yleensä kunnan valaistuksen kehittämisen ja parantamisen perusteet.

Valaistuksen yleissuunnitelma laaditaan kaupunginosaan, valituille katu- tai tiejaksoille, tai muulle rajatulle alueelle. Valaistus kuuluu myös yhtenä osana koko tien yleissuunnitelmaan.

Tiesuunnitelman valaistustiedoilla varmistetaan valaistuksen toteuttamismahdollisuus ja vuorovaikutus muihin rakenteisiin.

Valaistuksen rakennussuunnitelma on tie- tai aluekohtainen suunnitelma, jolla hanke toteutetaan.

Tien rakennussuunnitelman laatiminen on esitetty myös Liikenneviraston ohjeessa **Tien rakennussuunnitelma - Toimintaohjeet**, jonka luvussa RS130 on käsitelty valaistuksen rakennussuunnitelma.

Kaikissa valaistussuunnitelmissa tulee käyttää liitteessä 1 esitettyjä piirustusmerkin­töjä.

### 7.2 Ulkovalaistuksen tarveselvitys

#### 7.2.1 Tarkoitus

Ulkovalaistuksen tarveselvitys esittää kunnan ulkovalaistuksen pitkän aikavälin tavoitteet. Se palvelee kuntaa, ELY-keskusta, suunnittelijoita ja asukkaita ulkovalaistuksen strategiana, jolla ulkovalaistuksen teknillistä, taloudellista ja kaupunkikuvalista kehitystä ylläpidetään ja ohjataan.

Tarveselvityksen tehtävänä on tuoda esille valaistuksen osalta vasta suunnitteilla olevien alueiden vahvuuksia ja erityispiirteitä ja ottaa huomioon jo rakennettujen alueiden valaistuksen kehittämistarve. Tarveselvitys toimii valaistustoimenpiteiden ohjelmoinnin ja päätöksenteon välineenä sekä myöhempien suunnitelmien lähtökohtana, perusteina ja ohjauskeinona.

### **7.2.2 Laatiminen**

Tarveselvityksen laatiminen aloitetaan selvittämällä kunnan ulkovalaistuksen nykytilanne ja ongelmat. Nykyisen valaistuksen ikäjakauma ja valolajit toimivat lähtökohtina työlle. Tietoa maankäytön ja liikenneverkon muutoksista ja tavoitteista, viher- ja virkistysalueista sekä kaupunkikuvallisista tavoitteista kerätään keskustelemalla kunnan eri tahojen virkamiesten ja asiantuntijoiden kanssa. Maantiet käsitellään, koska niillä kulkee huomattava osa taajaman sisäisestä liikenteestä. Yhteistyö ELY-keskuksen ja Liikenneviraston asiantuntijoiden kanssa on välttämätöntä. Lähtötietoina toimivat lisäksi katuverkon toiminnallinen luokitus, liikennemäärä- ja talvikunnossapitokartat yms.

Tarveselvitys käsittää koko kunnan alueen maantiet, kadut ja muiden kulkumuotojen alueet mukaan lukien. Valaistusluokat valitaan katujen sijaintiin ja toiminnalliseen luokitukseen perustuen. Maanteiden valaistusluokat valitaan kohdan 2 mukaan ja ne hyväksytetään tilaajalla.

### **7.2.3 Sisältö**

Tarveselvityksen asiakirjoja ovat suunnitelmaselostus ja seuraavat piirustukset:

- nykytila,
- valaistuksen kaupunkikuva,
- valaistustavat ja
- valaistusluokat.

Liitteessä 2 on tarveselvityksen valaistusluokkakartta.

### **7.2.4 Käsittely ja hyväksyminen**

Tarveselvityksestä pyydetään lausunnot kunnan ja ELY-keskuksen yhdessä sopimilta sidosryhmiltä. ELY-keskus hyväksyy tarveselvityksen maanteiden osalta ja kunta oman päätöksentekoprosessinsa mukaan.

### **7.2.5 Seuranta**

Tarveselvityksessä esitetty tavoitetilä tulee päivittää säännöllisesti maankäytön sekä tie- ja katuverkon muuttuessa.

## **7.3 Tievalaistuksen yleissuunnitelma**

### **7.3.1 Tarkoitus**

Tarveselvitystä pienemmän alueen suunnitelma on taajaman, kaupunginosan tai maantien valaistuksen yleissuunnitelma. Ulkovalaistuksen yleissuunnitelma laaditaan merkittävistä aluekokonaisuuksista, jotka edellyttävät tarveselvitystä tarkempaa käsittelyä. Se voidaan tehdä tien lakisääteisen yleissuunnitelmaan sisältyvänä tai erillisenä tarvittaessa.

Maanteiden yleissuunnitelmassa esitetään valaistuksen periaateratkaisut. Näin varmistetaan valaistuksen toteuttamismahdollisuus ja vuorovaikutus muihin rakenteisiin.

### **7.3.2 Suunnitteluperusteet**

Jos ulkovalaistuksen tarveselvitys on tehty, sitä käytetään sellaisenaan tai tarkistettuna valaistuksen suunnitteluperusteiden määrittelyssä.

Jos tarveselvitystä ei ole, tehdään lyhyt tarkastelu kohdan 7.2.2 mukaan suunnitteluperusteita varten.

Suunnitteluperusteet-asiakirjassa esitetään:

- valaistustarve teittäin,
- nykyisen valaistuksen hyödyntäminen,
- valaistusluokat,
- valolajit,
- tunneleiden asento ja suuntaus,
- sillat sekä
- erikoisvalaistukset.

Ennen yleissuunnittelun aloittamista projektipäällikkö laatii ehdotuksen suunnitteluperusteiksi, jotka hyväksytään Liikenneviraston ohjeen mukaan.

Suunnitteluperusteet tarkennetaan, täydennetään ja muutetaan tarvittaessa suunnittelun aikana. Ne viimeistellään suunnitteluvaiheen päättyessä, jolloin ne toimivat lähtötietoina seuraavan vaiheen suunnitteluperusteiden laatimisessa.

Esitystavan tulee olla sellainen, että edeltävät perusteet jäävät näkyviin ja muutokset erottuvat. Asiakirjalle annetaan versionumero ja päiväys. Suunnitteluperusteet tallennetaan suunnitteluaineistoon.

### **7.3.3 Laatiminen**

Yleissuunnitelmassa otetaan huomioon alueen ominaisuudet, ympäristö, arkkitehtuuri, historia, erityispiirteet ja tarpeet. Suunnittelualueen reuna-alueilla valaistuksen ratkaisut on sovittava yhteen suunnittelualueen ulkopuolisten alueiden kanssa. Yleissuunnitelma mahdollistaa maantien, katujakson tai alueen pitkäjänteisen kehittämisen ja rakentamisen vaiheittain sekä palvelee aikatauluttamista, toimintasuunnitelman laadintaa ja jatkosuunnittelua.

Maanteiden yleissuunnitelman valaistustiedot laaditaan tiesuunnitelman valaistustietoja koskevan ohjeen periaatteilla. Yleissuunnitelmassa otetaan huomioon tien ominaisuudet, liikennemäärät, liikenteen koostumus ja tieympäristö. Tärkeää on varmistaa valaistuksen toteuttamismahdollisuus ja vuorovaikutus muihin tierakenteisiin ja ympäristöön.

### **7.3.4 Sisältö**

Maanteiden yleissuunnitelmassa esitetään suunnittelualueen maanteiden, jalan- kulku- ja pyöriteiden, katujen ja muiden alueiden valaistuksen periaatteet sekä valaistusluokat. Lisäksi määritellään mahdolliset erikoisvalaistuskohdeet. Pylväiden ja valaisimien muodot sekä mahdollisen maalauksen värit määritetään tässä suunnitteluvaiheessa. Valaistuksen ohjauksesta esitetään periaatteet. Valaistusteknisillä laskennoilla osoitetaan ratkaisujen toteuttamiskelpoisuus.

Yleissuunnitelmassa valaistuksesta esitetään yleiskartalla valaistavat väylät ja alueet, valaistusluokat, valolajit ja valaistustyytit. Lisäksi valaistuksesta laaditaan oma luku yleissuunnitelmaselostukseen. Kustannusarvio liitetään koko hankkeen kustannusarvioon.

Liitteessä 3 on maantien yleissuunnitelmaan kuuluva valaistuksen yleiskartta.

### **7.3.5 Käsittely ja hyväksyminen**

Maantien yleissuunnitelma on maantielakiin perustuva lakisääteinen suunnitelma. Ennen hyväksymispäätöksen tekemistä ELY-keskus käsittelee suunnitelmasta esitetyt muistutukset ja lausunnot. Valaistus käsitellään kohdan 7.4.4 mukaan.

Erilliset, muista kuin em. syistä laaditut valaistuksen yleissuunnitelmat hyväksyy ELY-keskus.

## **7.4 Tiesuunnitelman valaistustiedot**

### **7.4.1 Tarkoitus**

Tiesuunnitelmaan liitettävällä valaistusta koskevalla piirustuksella varmistetaan maantiealueiden valaistuksen toteuttamismahdollisuus sekä vuorovaikutus muihin rakenteisiin ja ympäristöön.

Rakennuttaja tai tilaaja asettaa tiesuunnitelman valaistustiedot urakkaan sisältyvän rakennussuunnitelman lähtökohdaksi ja tavoitteeksi.

### **7.4.2 Suunnitteluperusteet**

Valaistus lisätään yhtenä osana koko tiesuunnitelman suunnitteluperusteisiin. Lähtökohdat tiesuunnitelmavaiheen valaistusperusteille saadaan joko valmiina tai ne on selvitettävä kohdan 7.3.2 mukaan.

### **7.4.3 Laatiminen ja sisältö**

Rakennettavien teiden tievalaistuksen tarpeellisuus ja nykyisten teiden valaistustarve tarkistetaan luvun 1 periaatteilla, ottaen huomioon alueen hyväksytty yleissuunnitelma suunnitteluperusteineen. Valaistustiedot viimeistellään vastaamaan lopullista tiesuunnitelmaa.

Valaistusta koskevat tiedot esitetään tiesuunnitelmaselostuksessa.

Tievalaistuksen kustannusarvio laaditaan ja liitetään koko hankkeen kustannusarvioon. Hankkeen kustannusarvio sijoitetaan tiesuunnitelman osaan A.

Yleiskartta laaditaan yleensä mittakaavaan 1:10 000. Siinä osoitetaan valaistavat tieosat ja alueet, valaistusluokat ja nykyisin valaistut tieosat ja alueet. Kartalla esitetään lisäksi tyyppipoikkileikkaukset, joista näkyy tien tai alueen muoto sekä valaisimien ja pylväiden sijainti. Kartalla olevassa taulukossa esitetään:

- valaistavien tieosien valaistusluokat, tunneleiden valaistus,
- valolajit,
- pylväs- ja mastolajit,
- valaistustyyppit,
- asennuskorkeuden enimmäisarvot ja
- hoitokustannusten referenssiarvot.

Hoitokustannusten referenssiarvoja verrataan rakennussuunnittelussa laskettaviin vastaaviin arvoihin. Kun tätä ohjetta käytetään laatuvaatimuksena urakassa, johon kuuluu valaistuksen suunnittelu ja rakentaminen, kohteessa käytettävän ratkaisun laskennalliset valaistuksen hoitokustannukset eivät saa ilman tilaajan lupaa tulla yli 15 % korkeammiksi kuin referenssiarvot.

Liitteessä 4 on tiesuunnitelmaan sisältyvä valaistuksen yleiskartta.

#### **7.4.4 Käsittely ja hyväksyminen**

Tievalaistuksesta ei laadita erillistä suunnitelmaa, joka käsiteltäisiin maantielain mukaisesti. Sitä koskevat tiedot esitetään tiesuunnitelmaselostuksessa ja kustannusarvioissa. Valaistuksen yleiskartta sijoitetaan yleiskarttaosaan C **Tiesuunnitelma-vaiheen asiakirjat - Sisältö ja esitystapa** -ohjeen mukaan. Tilaajan asiantuntijoiden tulee valvoa valaistusperiaatteiden toteutuminen rakennussuunnitelmassa ja valaistuksen rakennusvaiheessa.

## **7.5 Tievalaistuksen rakennussuunnitelma**

### **7.5.1 Tarkoitus**

Maantien valaistuksen rakennussuunnitelma on tavallisesti tarveselvitykseen, valaistuksen yleissuunnitelmaan tai tiesuunnitelman valaistustietoihin perustuva tiekohtainen suunnitelma. Se on ensisijaisesti rakentamisen perusasiakirja, joka kuvaa työn lopputulosta ja toimii työnsuunnittelun lähtöasiakirjana.

### **7.5.2 Suunnitteluperusteet**

Projektipäällikkö laatii ennen rakennussuunnittelun aloittamista ehdotuksen suunnitteluperusteiksi, jotka hyväksytään Liikenneviraston ohjeen mukaan, ks. myös kohta 7.3.2. Perusteet laaditaan ottaen huomioon hyväksytty tiesuunnitelma tai hyväksytty yleissuunnitelma ja tien suunnittelijan testamentti (ks. ohje **Tien rakennussuunnitelma – Toimintaohjeet**, luku RS 13).

### **7.5.3 Laatiminen**

Kaikista kohteista tarvitaan valaistuksen rakennussuunnitelma tarjouspyyntöjä, hankintoja ja rakentamista varten. Rakentamisessa noudatetaan yleisinä laatuvaatimuksina julkaisua **InfraRYL**.

Rakennussuunnitelman laatiminen jakautuu neljään osavaiheeseen seuraavasti.

### **1. Suunnittelun käynnistys**

Tehtävänannon jälkeen hankitaan kaikki tarvittavat lähtötiedot, jotka vaikuttavat valaistukseen:

- kartat, pituus- ja poikkileikkaukset,
- liittymäpiirustukset,
- kuivatussuunnitelma,
- johtoja ja laitteita koskevat suunnitelmat,
- liikenteenohjaussuunnitelma,
- siltojen yleispiirustukset,
- tunneleiden yleispiirustukset,
- tiedot nykyisistä valaistuksista,
- tiedot muuntamoista ja pienjänniteverkoista,
- tiedot olemassa olevista johdoista ja kaapeleista sekä
- tiedot mahdollisista kaasuputkista ja rautateistä.

Aineistoon perehtymisen jälkeen laaditaan hankkeen toimintasuunnitelma tai tarkistetaan tarjouksen liitteeksi laadittu toimintasuunnitelma yhdessä tilaajan kanssa. Toimintasuunnitelmassa esitetään suunnitteluprosessin läpivienti ja työn sisältö aikatauluineen.

Sähköisen ja paperisen lähtöaineiston lisäksi suunnittelijan tulee tutustua kohteeseen maastossa. Maastokäynti on erityisen tärkeä, kun kyseessä on olemassa olevan maantien parantaminen tai nykyisen valaistuksen uusimisen suunnittelu.

### **2. Periaateratkaisut**

Suunnitteluperusteissa ja tiesuunnitelman valaistustiedoissa on määritelty periaateratkaisut. Tiesuunnitelman valmistumisajankohdasta riippuen niiden ajankohtaisuus on tarkistettava. Jos tiesuunnitelmaa ei ole, tehdään vastaava tarkastelu tässä vaiheessa periaateratkaisujen määrittelemiseksi. Periaateratkaisujen avulla muodostetaan vertailtavat vaihtoehdot, joista jokaista varten tehdään valaistusteknilliset laskennat. Valaistusteknillisesti samanarvoisia vaihtoehtoja vertaillaan kustannustarkastelujen avulla ja niiden pohjalta tehdään lopullinen vaihtoehdon valinta ottaen huomioon kaikki rakenteet, ks. kohta 3.1.

### **3. Rakennesuunnittelu**

Rakennesuunnitteluvaiheessa käsitellään muut osasuunnitelmat sekä suoritetaan pylväiden ja valaisimien sovittaminen:

- aloitetaan pakkopisteistä sijoittamalla pylväät liittymiin, siltojen, johtojen, putkien ja rumpujen läheisyyteen,
- jatketaan vapailla tieosilla siten, että pylväsväli on mahdollisimman lähellä enimmäispylväsväliä sekä
- määritellään pylväiden ja jalustojen mitoituskijät.

Kun julkishallinnon tilaaja laatii rakennussuunnitelman, pylväs- tai jalustatuotetta ei nimetä, jos ei jatketa nykyistä valaistusta. Sen sijaan tilaajan suunnitelmassa määritellään pylvään ja johdon tyyppi, asennuskorkeus, valaisinvarren tyyppi ja ulottuma, pylvään ominaisuus (HE, NE, TU tai JÄ) sekä normaalista poikkeava tuulikuorma, kyt-kentäaukkojen määrä ja valaisimen massa. Jalustan osalta määritellään maaluokka

sekä jalustan geotekninen koko DL3-mittana. Valaisimesta ilmoitetaan tyyppi, jolla valaistusteknillinen mitoitus on tehty. Kohteen toteuttaja täydentää suunnitelmaan valitun valaisimen, pylvään ja jalustan tuotenimen ja varmistaa, että ne ovat keskenään yhteensopivia ja niillä saavutetaan vaadittu valaistusluokka.

Toteuttajan rakennussuunnitelmassa esitetään kaikki tuotteet tuotenimen ja version tarkkuudella sekä maaluokka ja mahdolliset mursketäytöt.

Samanaikaisesti edellisten kanssa suoritetaan sähkötekniillinen mitoitus ja suunnittelu:

- ohjaustavat,
- kaapeli- ja johtotyytit mitoituksineen,
- jännitehäviöt,
- nollausehdot ja
- suojauksen selektiivisyys.

#### **4. Suunnitelman viimeistely**

Suunnitelman viimeistelyn ja käsittelyn työvaiheet ovat:

- yhteensovitus muihin osasuunnitelmiin (liikenteen ohjaus, kuivatus, sillat, kaiteet, ympäristö ja maisema),
- suunnitelmakarttojen ja muiden piirustusten viimeistely,
- pylväs- ja valaisinluettelon sekä suojaputkiluettelon laatiminen,
- työkohtaiset laatuvaatimukset -asiakirjan laatiminen,
- tyyppipiirustusten valinta,
- määrä- ja yksikköhintaluettelon täyttäminen,
- viranomaislausuntojen hankkiminen,
- rakennussuunnitelman kokoaminen,
- suunnitelmien itselle luovutus ja sisäinen tarkastus sekä
- suunnitteluaineiston arkistointi.

#### **7.5.4 Sisältö**

Asiakirjat kootaan ja tallennetaan kahdessa osassa:

##### ***Varsinainen rakennussuunnitelma***

- Työkohtaiset laatuvaatimukset
- Piirustusluettelo, liite 5
- Suunnitelmakartat, liite 6
- Tyyppipoikkileikkaukset, liite 7
- Pylväs- ja valaisinluettelo, liite 8
- Valonheittimien suuntaukset
- Siltavalaistussuunnitelmat, liite 9
- Tunnelivalaistussuunnitelmat, liite 10
- Erikoisvalaistuksen suunnitelmat
- Erikoisratkaisujen rakennepiirustukset ja erikoislaitteiden kiinnitysten mitta-piirustukset
- Keskusten pääkaaviot ja piirikaaviot, liitteet 11-1, 11-2 ja 12,
- Kuormitustaulukot, liite 13
- Ryhmitystaulukot, liite 14
- Suojaputkiluettelo, liite 15
- Purkusuunnitelma, tarvittaessa
- Määräluettelo



Edellä olevista valitaan hankkeen edellyttämät asiakirjat. Luettelon lopullinen laajuus määräytyy aina hankekohtaisesti.

### ***Suunnitteluaineisto***

Suunnitteluaineisto kootaan ja tallennetaan Liikenneviraston ohjeen **Suunnitelmatiedon hallinta. Toimintaohje.** mukaan.

Tyypillisiä asiakirjoja ovat:

- Suunnitteluperusteet
- Valaistusteknilliset laskennat
- Oikosulku- ja jännitehäviölaskennat, liite 16
- Erikoisrakenteiden lujuus-, taipuma-, ja muut tarvittavat laskennat
- Kustannusarvio
- Turvallisuusasiakirja

### **7.5.5 Käsittely ja hyväksyminen**

Rakennussuunnitelman tarkastaa ja hyväksyy maanteiden osalta ELY-keskus tai Liikennevirasto toteutustavasta riippuen. Liikennevirasto voi teettää isojen hankkeiden rakennussuunnitelmat. Lisätietoja löytyy Liikenneviraston ohjeesta **Tien rakennussuunnitelma - Toimintaohjeet.**

## 8 Rautatiealueet

### 8.1 Valaistavat alueet ja kohteet

#### 8.1.1 Yleistä

Rautatiealueen valaistavat alueet ja kohteet jaotellaan neljään pääryhmään:

- matkustaja-alueet,
- ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet,
- junien huolto- ja järjestelyratapihat sekä
- rautatietunnelit.

Jokaisen alueen valaistuksella on omat tarpeensa ja valaistusvaatimuksensa.

Ennen valaistussuunnittelun aloittamista suunnittelijan tulee selvittää alueen käyttötarkoitus ja siellä suoritettavat työtehtävät sekä kalusto, jolla alueella pääsääntöisesti liikutaan. Nämä tekijät tulee ottaa huomioon määriteltäessä alueen valaistusteknillisiä vaatimuksia ja valaisimien sijoituspaikkoja. Valaistuslaitteet eivät saa haitata rata-alueella liikkuvien henkilöiden, raidekaluston, huoltokaluston tai muun alueella liikkuvan kaluston liikennöintiä, eikä niistä saa aiheutua muuta haittaa alueelle tai lähiympäristöön.

#### 8.1.2 Matkustaja-alueet

Matkustaja-alueella valaistuksen tarkoituksena on parantaa matkustajien liikenneturvallisuutta, yleistä turvallisuutta ja viihtyvyyttä. Valaistuksen tulee olla matkustajia ohjaava.

Turvakameroiden asettamat vaatimukset matkustaja-alueiden valaistuksen yleistasaisuuksille, keskimääräisille valaistusvoimakkuuksille ja värintoistoindeksille on otettu huomioon taulukon 28 valaistusteknillisissä vaatimuksissa.

Matkustaja-alueet tulee valaista aina. Valaistavia alueita ovat mm. laiturialueet, portaitot ja luiskat laiturialueille sekä alikulkutunnelit, ylikulkusillat ja laituripolut. Matkustaja-alueiden lisävalaistusta vaativia erikoiskohteita ovat mm. myyntipaikat ja lipuntarkastuspisteet. Myyntipaikkoja ja lipuntarkastuspisteitä on yleensä suurilla katetuilla asemilla ja ne tulee käsitellä valaistussuunnittelussa omana kokonaisuutena.

#### 8.1.3 Ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet

Ratapihojen työskentelyn ollessa jatkuvaa tulee ne valaista. Valaistuksen ohjaus määritellään toimivaksi työskentelyaikojen mukaan. Hiljaisilla ratapihoilla valaistuksen rakentamisen tarpeellisuus tulee selvittää alueiden normaalien työskentelyaikojen perusteella.

Vaihdealueilla valaistus toteutetaan työntekoa varten. Valaistuksen ohjaus tapahtuu manuaalisesti paikan päällä.

Seisontaraiteet ja vaihtotyöalueet on tarkoitettu vaunujen säilyttämiseen ja junien kokoamiseen. Valaistuksella turvataan ratapihahenkilökunnan turvallinen liikkuminen ja työskentely. Osa työtehtävistä edellyttää riittävää pystytason valaistusvoimakkuutta, mm. vaunujen tunnisteiden lukeminen. Vaatimukset on esitetty kohdassa 8.2.3.

Kuormausalueet voivat olla pistemäisiä tai ratapihojen reunassa olevia lastausraiteita. Kuormausalueen valaistuksella mahdollistetaan raidekaluston normaalit käyttötoimenpiteet ja muun liikenteen turvallisuus sekä parannetaan henkilökunnan työturvallisuutta ja työn tuottavuutta. Kuormaajissa on kuormausta helpottavat omat työskentelyvalot.

#### **8.1.4 Junien huolto- ja järjestelyratapihat**

Junien huoltoratapihat ovat suuria yhtenäisiä varikkoalueita, joissa tehdään vaunujen ja vetureiden huoltotoimenpiteitä.

Järjestelyratapihat ovat suuria laajoja ratapihoja, joissa kasataan ja säilytetään tavarajunia. Järjestelyratapihojen valaistavat alueet on esitetty kohdassa 8.2.4.

#### **8.1.5 Rautatietunnelit**

Rautatietunneleiden suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa koskevat ohjeet ovat julkaisussa **Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 18, Rautatietunnelit**.

Rautatietunnelit jaotellaan kahteen ryhmään:

- tunnelit, joissa on matkustajaliikennettä ja
- tunnelit, joissa on ainoastaan tavaraliikennettä.

Rautatietunnelin valaistavat alueet sekä niiden valaistustekniset vaatimukset määrittyvät tunnelin käyttötarkoituksen mukaan kohdan 8.2.5 mukaisesti.

Rautatietunneleiden valaistus (normaali- ja turvavalistus) tulee toteuttaa siten, että tunnelitiloissa voidaan joka tilanteessa liikkua turvallisesti. Myös rautatietunnelin yhteydessä oleviin kuiluihin ja ajotunneleihin sekä kaikkiin niihin liittyviin tiloihin on saatava riittävä valaistus. Rautatietunneleiden valaistus toteutetaan tunneliosittain tunnelin toiminnallisen analyysin ja riskianalyysin vaatimusten mukaisesti.

## **8.2 Valaistustekniset vaatimukset**

### **8.2.1 Yleiset perusteet**

Rautatiealueelle suunniteltavan ja rakennettavan valaistuksen tulee täyttää kohtien 8.2.2–8.2.5 valaistustekniset vaatimukset. Valaistustekniset vaatimukset ovat standardien SFS-EN 12464-2 ja SFS-EN 12464-1 mukaiset ja ne perustuvat fotooppiseen fotometriaan.

Rautatiealueiden valaistusasennusten tulee täyttää häiriövalolle asetetut raja-arvot kohdan 2.6 mukaisesti.

Asemalaitureiden ja ratapihojen koko on yleensä määritelty lähtöaineistossa. Jos näin ei ole, tehdään määrittely yhdessä tilaajan kanssa hankkeen alussa.

### 8.2.2 Matkustaja-alueet

Euroopan komission asetus (2014/1300/EU) vammaisten ja liikkumisesteisten henkilöiden esteetöntä pääsyä Euroopan unionin rautatiejärjestelmään koskevista yhteentoimivuuden teknisistä eritelmistä asettaa matkustaja-alueiden valaistukselle standardien SFS-EN 12464-2 ja SFS-EN 12464-1 mukaiset valaistustekniset vaatimukset, jotka on esitetty taulukossa 28.

Valaistustason tulee säilyä valaistuksen koko elinkaaren, ottaen huomioon suunnitellut kunnossapitotoimenpiteet. Valaistusteknisissä laskennoissa tulee käyttää alenemakerrointa kohdan 2.5 mukaan.

Rautatiealueeseen kuuluvan kulkureitin ollessa yhteydessä jalankulku- ja pyörätiehen, tulee valaistusvoimakkuuden olla vähintään taulukon 28 mukainen. Jalankulku- ja pyörätien valaistusluokan ollessa korkeampi kuin taulukossa 28, toimii korkeampi luokka kulkureitin mitoituksen perusteena.

*Taulukko 28. Matkustaja-alueiden valaistustekniset vaatimukset esteettömän pääsyn kulkureiteillä. P-luokkien valaistustekniset vaatimukset on esitetty kohdassa 2.3.4.*

Matkustaja-alueet	$E_{hm}$	$U_o$	$U_d$	$R_{GL}$	$R_a$
<b>Avoimet asemalaiturit</b>					
Pienet asemat	10	0,25	0,13	50	20
Keskisuuret asemat	20	0,40	0,20	45	60
- vilkas toiminta	50	0,40	0,25	45	60
Suuret asemat	50	0,40	0,25	45	60
<b>Asemalaiturit, laiturikatos</b>					
Pienet asemat	20	0,40	0,25	50	60
Keskisuuret asemat	50	0,50	0,33	40	60
Suuret asemat	100	0,50	0,33	35	80
<b>Täysin suljetut laiturialueet</b>					
Pienet asemat	100	0,40	0,25		60
Suuret asemat	200	0,50	0,33		60
<b>Asematunnelit</b>					
Pienet asemat	50	0,50	0,33		60
Keskisuuret ja suuret asemat	100	0,50	0,33		60
<b>Avoimet portaat</b>					
Pienet asemat	30	0,40	0,20	45	20
Keskisuuret ja suuret asemat	50	0,50	0,20	45	60
<b>Katetut portaat</b>					
Pienet asemat	50	0,40	0,20	45	20
Keskisuuret ja suuret asemat	100	0,50	0,20	45	60
<b>Kulkureitit P-luokkien mukaisesti</b>					
Pienet asemat (P4)	5				20
Keskisuuret ja suuret asemat (P2)	10				20
Pysäköintialueet (P2)	10	0,40	0,20		20

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

Laiturilla seisovan junan pystypinnat tulee valaista vähintään 1 m korkeuteen laiturin tasosta pystytason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden ollessa vähintään puolet vaaditusta vaakatason keskimääräisestä valaistusvoimakkuudesta. Tällöin junan ja laiturin reunan väliin jäävä tila on riittävän hyvin valaistu.

**8.2.3 Ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet**

Työskentelyalueiden valaistus suunnitellaan taulukon 29 mukaisesti. Jos tarkkaa työskentelyaluetta ei voida määritellä, valaistus tulee suunnitella korkeimman vaaditun valaistustason vaatimusten mukaan koko alueelle.

*Taulukko 29. Pienten ja keskisuurten ratapiha-alueiden valaistustekniset vaatimukset.*

<b>Ratapiha-alueet</b>	<b>E<sub>hm</sub></b>	<b>E<sub>vm</sub></b>	<b>U<sub>o</sub></b>	<b>U<sub>d</sub></b>	<b>R<sub>GL</sub></b>	<b>R<sub>a</sub></b>
<b><i>Tavara-alueet</i></b>						
Trukkien, nosturien ja autojen liikennealue	20		0,50	0,33	45	20
Avokuormausraiteet	20		0,40	0,20	50	20
- vähäinen toiminta	10		0,25	0,13	50	
- vilkas toiminta	50		0,40	0,25	45	
Katetut kuormausraiteet	50		0,40	0,20	40	60
- vilkas toiminta	100		0,50	0,33	40	60
Konttinosturiraiteet	20	10	0,40	0,20	50	60
- vilkas toiminta	50	20	0,40	0,20	45	60
<b><i>Vaihtotyöratapiha</i></b>						
Vaihdealue	10		0,40	0,20	50	20
Ratapihan keskiosa	10		0,40	0,20	50	20
- jos työ on jatkuvaa	15		0,40	0,20	45	20
Vetoraide	10		0,50	0,33	50	20
<b><i>Vaunujen ja vetureiden huolto-, korjaus- ja säilytysalueet</i></b>						
Matkustajavaunujen puhdistusraiteet	10		0,40	0,20	50	20
Matkustajavaunujen huoltoraiteet	20		0,40	0,33	45	20
- vilkas toiminta	50		0,50	0,33	45	20
Matkustajavaunujen pesuraiteet	20	10	0,40	0,33	45	60
- vilkas toiminta	50	20	0,50	0,33	45	60
Vaunujen huoltoraiteet	20		0,40	0,20	40	20
Vaunujen korjausraiteet	50	50	0,50	0,33	40	20
Vaunujen säilytysraiteet	5		0,25	0,13	50	20
Veturien säilytysraiteet	10		0,40	0,20	50	20
<b><i>Pienet ratapihat ja yksittäiset raiteet</i></b>						
Vaihdealue	10		0,40	0,20	50	20
Ratapihan keskiosa	10		0,25	0,13	50	20
<b><i>Raiteet henkilöasemilla, varikoilla ja konepajoilla</i></b>						
- vähäinen toiminta	10		0,40	0,20	50	20
- vilkas toiminta	15		0,40	0,20	50	20

Ratapiha-alueiden valaistusteknilliset vaatimukset on laadittu tavara- ja raidekaluston käsittelyn ja rata-alueen kunnossapitotoimenpiteiden mahdollistamiseksi. Valaistusteknillisissä laskennoissa tulee käyttää alenemakerrointa kohdan 2.5 mukaan.

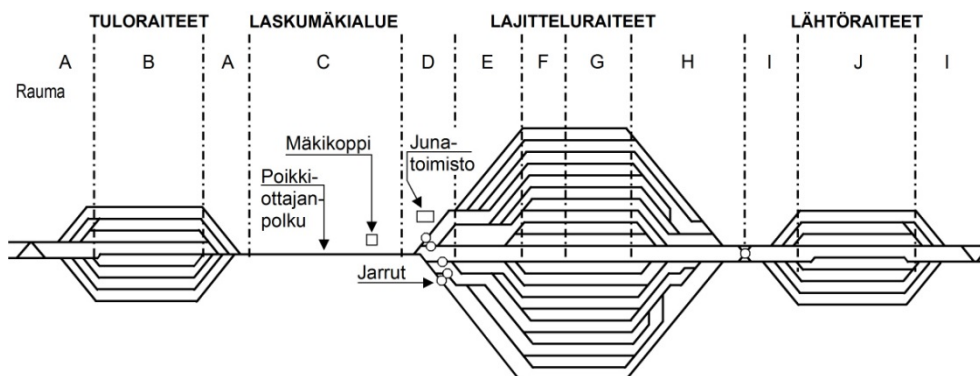
Muu alueen valaistus tulee suunnitella työskentelyalueen ympäristön valaistusteknillisten vaatimusten mukaan, taulukko 30. Työskentelyalueen ympäristön valaistusteknilliset vaatimukset on esitelty standardissa SFS-EN 12464-2.

Taulukko 30. Työskentelyalueen ympäristön valaistusteknilliset vaatimukset.

Työskentelyalueen keskimääräinen valaistusvoimakkuus $E_{hm}$ [lx]	Työskentelyalueen ympäristön keskimääräinen valaistusvoimakkuus $E_{hm}$ [lx]
$\geq 500$	100
300	75
200	50
150	30
$50 \leq E_{hm} \leq 100$	20
$< 50$	sama kuin työskentelyalueella

## 8.2.4 Junien huolto- ja järjestelyratapihat

Järjestelyratapihan toiminnot asettavat toimenpidekohtaisia valaistusteknillisiä vaatimuksia eri työalueille. Kuvassa 41 on esitetty järjestelyratapihan työalueet ja taulukossa 31 näiden valaistusteknilliset vaatimukset.



Kuva 41. Esimerkkikuva järjestelyratapihan aluejaosta.

**Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015**

Taulukko 31. Järjestelyratapihan valaistusteknilliset vaatimukset alueittain.

<b>Järjestelyratapihat</b>	<b>E<sub>hm</sub></b>	<b>E<sub>vm</sub></b>	<b>U<sub>o</sub></b>	<b>U<sub>d</sub></b>	<b>R<sub>GL</sub></b>	<b>R<sub>a</sub></b>
<b><i>Tuloraiteet</i></b>						
Vaihdealue (A)	10		0,40	0,20	50	20
Ratapihan keskiosa (B)	15		0,40	0,20	45	20
<b><i>Laskumäkialue</i></b>						
Poikkiottajan alue (C)	50	20	0,50	0,20	40	60
Mäen harja, vaununumeron lukualue (C)	20	50	0,50	0,20	40	80
<b><i>Lajitteluraiteet, käsin ohjattu</i></b>						
Hiljennys hiljennyskiskolla (D)	20		0,40	0,20	45	20
Vaihdealue, laskumäen pää (E)	15		0,40	0,20	45	20
Hiljennysalue jarrukengällä (F)	15		0,40	0,20	45	20
<b><i>Lajitteluraiteet, autom. ohjattu</i></b>						
Paikalliset raidejarrut (D)		50	0,50	0,33	40	20
Jatkuvat raidejarrut (D)	15		0,40	0,20	45	20
- vilkas toiminta	20		0,40	0,20	45	20
Vaihdealue, laskumäen pää (E)	15		0,40	0,20	45	20
- vilkas toiminta	20		0,40	0,20	45	20
Lajitteluraiteet, keskiosa (G)	15		0,40	0,20	45	20
Vaihdealue, lähtöpää (H)	10		0,40	0,20	50	20
<b><i>Lähtöraiteet</i></b>						
Vaihdealue (I)	10		0,40	0,20	50	20
Ratapihan keskiosa (J)	10		0,25	0,13	50	20

**8.2.5 Rautatietunnelit****8.2.5.1 Normaalivalaistus**

Rautatietunneleiden valaistusta on käsitelty mm. Euroopan komission päätöksessä 2008/163/EY rautatietunneleiden turvallisuutta Euroopan laajuisessa tavanomaisessa ja suurten nopeuksien rautatiejärjestelmässä koskevasta yhteentoimivuuden teknisestä eritelmästä.

Valaistustason tulee säilyä valaistuksen koko elinkaaren, ottaen huomioon suunnitellut kunnossapitotoimenpiteet. Valaistusteknisissä laskennoissa tulee käyttää alenemakerrointa kohdan 2.5 mukaan.

Tunneleissa olevat matkustaja-alueet tulee valaista kohdan 8.2.2 mukaisesti.

Taulukko 32. Rautatietunneleiden valaistustekniset vaatimukset.

Rautatietunnelit	E <sub>hm</sub>	U <sub>o</sub>	U <sub>d</sub>	R <sub>a</sub>
Rautatietunnelin poistumistie*	20	0,50	0,20	60
- hätäpoistumisportaitko	50	0,40		60
Ajo- ja huoltotunnelit	7,5	0,25		20
Pysty- ja huoltokuilut				
- portaitko	20	0,40		60
- muut tilat	10	0,30		60

\* Vaatimus koskee tunneleita, joissa on matkustajaliikennettä.

Valaistusta on voitava ohjata sekä etänä että käsin vähintään hyökkäysteiden ja yhdyskäytävien kohdalla.

### 8.2.5.2 Turvavalistus

Yli 500 m pitkissä rautatietunneleissa tulee olla turvavalistus.

Turvavalistus tulee suunnitella sisäasiainministeriön asetuksen n:o 805 rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta sekä standardien SFS-EN 1838, SFS-EN 50171, SFS-EN 50172 ja SFS 6000-5-56 mukaan. Valaisimien tulee täyttää standardin SFS-EN 60598-2-22 vaatimukset. Valaistus ei saa kaventaa poistumiskäytävää alle vaaditun leveyden.

### Varavalistus

Varavalistus tarvitaan, kun tunnelin toiminnallinen analyysi ja riskianalyysi sitä edellyttävät. Varavalistuksen sähkönjakelu järjestetään varmennetulla sähkönsyötöllä. Jos henkilöturvallisuuden vuoksi vaaditaan katkoton valaistus, varavoima on toteutettava ns. "No break"-laitteistolla.

### Evakuointivalaistus

Valaisimet on sijoitettava poistumisreitit yläpuolelle mahdollisimman matalalle kuitenkin vähintään 2,25 m korkeudelle tai upotettava käsijohteisiin.

Vaakatason keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla  $\geq 1$  lx poistumisreitit pinnalla ja  $\geq 2$  lx vaikeakulkuisissa paikoissa kuten portaissa.

Evakuointivalaistus liitetään varmennettuun sähkönsyöttöön ja sen on kaikissa tilanteissa toimittava katkeamattomasti vähintään 90 minuuttia.

Evakuointivalaistus on voitava kytkeä päälle kauko-ohjauksella tunnelivalvomosta ja manuaalisesti tunnelin sisäpuolelta enintään 250 m välein, ellei se ole aina päällä. Poistumisopasteet ovat jatkuvasti valaistuja.

Poistumisopasteilla on osoitettava hätäuloskäynnit sekä etäisyys ja suunta turvallisuudelle alueelle. Poistumisopasteet asennetaan enintään 50 m välein.



### 8.2.6 Tasoristeykset

Rautatien ja maantien tasoristeysalueet valaistaan, jos maantie on valaistu. Valaistusluokan tulee olla sama kuin radan kanssa risteävällä maantiellä.

Laituripolkujen tasoristeyksien keskimääräisen valaistusvoimakkuuden tulee olla 1,5-kertainen laiturivalaistuksen arvo.

### 8.2.7 Valaistuksen hyötysuhde

Valaistuksen energiatehokkuutta arvioidaan valaistusasennuksen hyötysuhteen  $\eta$  avulla. Taulukossa 33 on esitetty tavoitearvot. Hyötysuhde on valaistavan alueen pinta-alan ( $A$ ) ja valaistusteknillisena vaatimuksena olevan keskimääräisen valaistusvoimakkuuden ( $E_m$ ) tulon suhde kohteessa käytettävistä valaisimista ulos tulevaan yhteenlaskettuun valovirtaan ( $\Theta$ ), kaava (18).

$$\eta = \frac{E_m \times A}{\Theta} \quad (18)$$

jossa

- $\Theta$  on asennuksen valonlähteiden yhteenlaskettu valovirta,
- $E_m$  vaadittava keskimääräinen valaistusvoimakkuus,
- $A$  valaistavan alueen pinta-ala ja
- $\eta$  asennuksen hyötysuhde.

Taulukko 33. Valaistusasennuksen hyötysuhteelle asetettavat tavoitearvot.

Taso	Asennuksen hyötysuhde $\eta$	Tason kuvaus
Taso I	0,25 ... 0,35	minimitaso
Taso II	0,36 ... 0,45	tavoitetaso
Taso III	0,46 ... 0,55	hyvä
Taso IV	> 0,56	erinomainen

Valaistusasennusten tulee aina täyttää kaikki valaistusteknilliset vaatimukset, vasta tämän jälkeen voidaan tehdä lopullinen valinta energiatehokkuuden pohjalta. Valaistusteknillisiä laskentoja tehdessä on huomattava, että pienillä ja kapeilla alueilla valaistuksen hyötysuhde saadaan hyvälle tasolle käyttämällä optiikoita, jotka rajaavat valoa tehokkaasti valaistavalle alueelle.

Pitämällä valaistuksen mittasuhteet kohdallaan, asennuskorkeus suhteessa valaistavan alueen leveyteen, energiatehokkuusluku paranee.

Eri valaistusasennuksia vertaillessa tulee ottaa huomioon, että hyötysuhteen ohella valaistuksen kokonaistaloudellisuuteen vaikuttavat myös rakennus- ja kunnossapitokustannukset sekä valaisimien käyttöaikojen optimointi ja ohjaus.

Aluevalaistuksen moninaisillekin alueille, joiden valaistusteknilliset vaatimukset on määriteltävä valaistusvoimakkuuden arvoilla, on mahdollista suorittaa energia- ja tehokkuustarkastelu.

## 8.3 Valaistusperiaatteet

### 8.3.1 Matkustaja-alueet

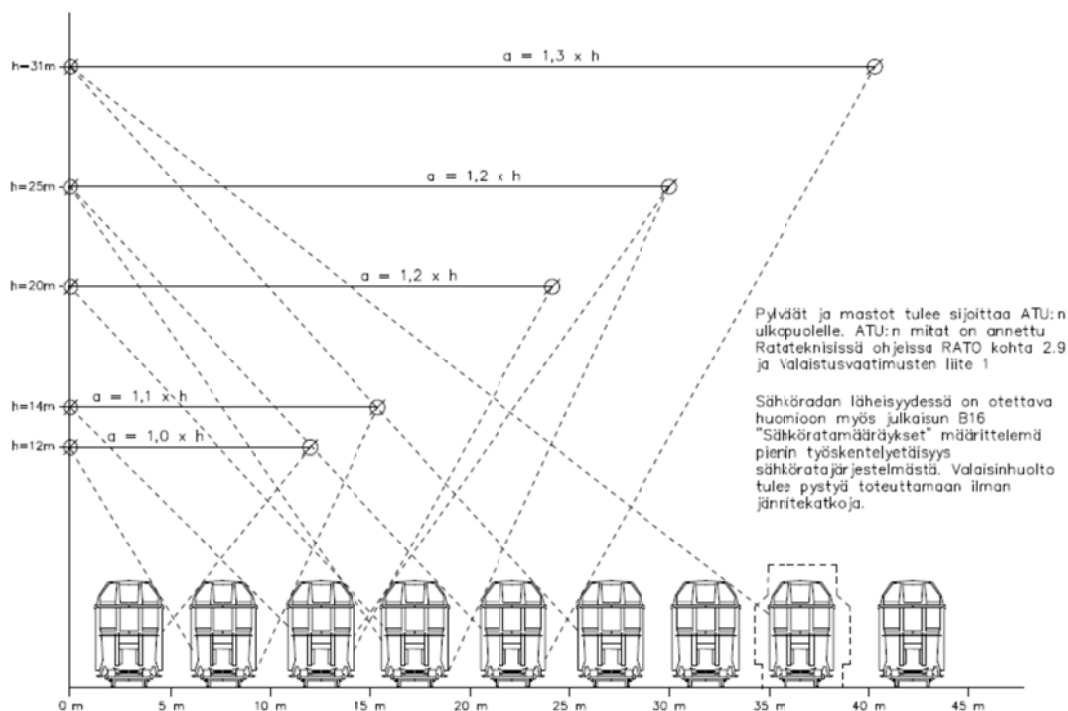
Matkustaja-alueilla valaisimet tulee pääsääntöisesti sijoittaa alueen rakenteisiin, kuten tunnelin katot, portaikoiden seinät tai katot sekä laiturikatoksiin. Avolaitureilla ja -portaikoissa valaisimet sijoitetaan pylväisiin.

Valaistustapa- ja valaisintyyppiä valinnoissa sekä valaisimien sijoittamisessa rakenteisiin tulee tehdä yhteistyötä arkkitehtien ja rakennesuunnittelijoiden kanssa. Valinnat tulee tehdä valaistavan alueen leveyden ja asennuskorkeuden mukaan ja niiden tulee olla sellaiset, että alueen valaistustekniset vaatimukset täyttyvät. Valaisimien sijoittamisesta on annettu vaatimuksia myös ohjeen **Ratatekniset ohjeet (RATO)**, osassa 16, Väylät ja laiturit.

Avolaiturille asennettavat pylväät eivät saa haitata kunnossapitotoimenpiteitä.

### 8.3.2 Ratapihojen seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet

Valaisimien asennuskorkeutta määriteltäessä tulee ottaa huomioon ratapihan leveys ja raidemäärä. Valoa tulee olla riittävästi myös vaunujen välissä. Kuvassa 42 on annettu suurin sallittu valaisimien etäisyys toisistaan suhteessa asennuskorkeuteen ratapihan leveyssuunnassa.



Kuva 42. Valaisimien suurin sallittu etäisyys toisistaan suhteessa asennuskorkeuteen ratapihan leveyssuunnassa.

Valaisinpylväiden ja -mastojen sijoituksessa on otettava huomioon, ettei valaisinpylvään tai -maston mikään osa saa sijaita aukean tilan ulottuman (ATU) sisäpuolella. ATUn määritelmä ja mitat löytyvät Liikenneviraston ohjeesta **Ratatekniset ohjeet (RATO)**, osa 2, Radan geometria, kohta 2.7 ja liite 2.

Valaisimen sijaitessa sähköradan läheisyydessä tulee ottaa huomioon valaistuksen kunnossapitotoimet. Toimet tulee pystyä suorittamaan ilman jännitekatkoa. Ohjeissa **Sähkörataohjeet** ja **Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 5, Sähköistetty rata** on annettu pienin sallittu työskentelyetäisyys sähköratajärjestelmästä. Tämä etäisyys tulee ottaa huomioon valaisinpylväiden ja mastojen sijoituksessa.

Valonheittimien suuntauksessa on otettava huomioon valmistajien ohjeet ja suositukset. Valaistusasennukset eivät saa aiheuttaa ympäristöön häiriövaloa. Häiriövalon raja-arvot ovat annettu kohdassa 2.6.

## 8.4 Suunnittelu

### 8.4.1 Valaistusratkaisun valinta

Valaistuksen suunnittelun lähtökohtana on valaistusteknilliset vaatimukset täyttävä valaistus. Valaistustavat, valaistustyypit, valaistuslaitteet ja valaistuksen ohjausjärjestelmä valitaan siten, että valaistuksen rakennus- ja hoitokustannusten 30 vuoden nykyarvon summa tulee mahdollisimman pieneksi ja että kohteeseen valitun valaistusluokan vaatimukset ja muut toimivuuteen, turvallisuuteen ja kestävyyyteen liittyvät vaatimukset täyttyvät.

Valaistusratkaisun valintaa on kuvattu lisää kohdassa 3.1.

### 8.4.2 Valonlähteet

Valonlähteiden ominaisuudet on esitelty kohdassa 6.2.2.

LED-valaistusta suunniteltaessa huomio tulee kiinnittää valaistushankkeen kannattavuuteen ja valaistusratkaisun elinkaarikustannuksiin.

LED-valaistuksien tapauksessa liian suuria värilämpötiloja (> 4500K) tulee välttää, ellei hankkeessa sitä erityisesti edellytetä.

### 8.4.3 Valaisimet

#### 8.4.3.1 Yleistä

Valaisimien laatuvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisimien laatuvaatimukset**.

Valaisimet eivät saa aiheuttaa häiriövaloa rautatiealueen ympäristöön. Häiriövalo tulee ottaa huomioon suunnitelmissa sekä tarkistaa laskemalla ja/tai mittaamalla. Parhaiten häiriövalo vältetään oikeaoppisella valaistussuunnittelulla, valaisimien valinnalla ja suuntauksella.

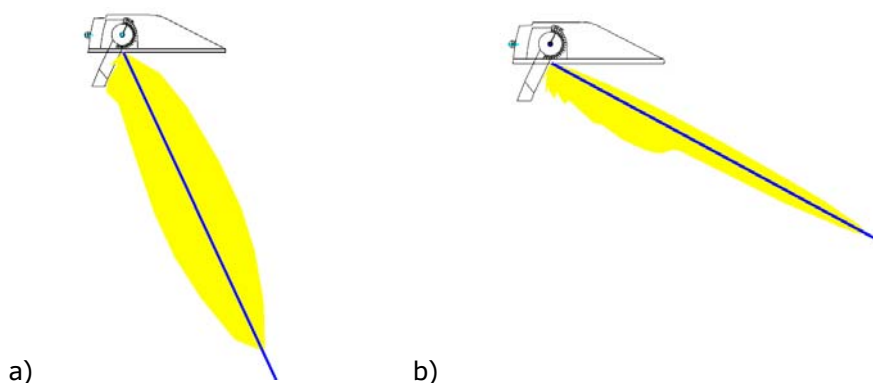
Rautatietunneleissa valaisimien ja niiden kiinnityslaitteiden on kestävä junien aiheuttamat paineiskut. Paineiskun suuruus arvioidaan Liikenneviraston ohjeen **Ratatekniset ohjeet (RATO), osan 18, Rautatietunnelit** mukaisesti.

### 8.4.3.2 Valaisimien sijoittaminen

Valaisimien sijoittaminen tulee tehdä pääsääntöisesti siten, että ne on kunnossapidettävissä ilman sähkörataan tehtävää jännitekatkoa. Sähköratarakenteisiin sijoitettavia valaisimia tulee välttää.

### 8.4.3.3 Valonheittimien suuntaus

Valonheittimien suuntaukset tulee esittää rakennussuunnitelmassa. Suuntaukset on tehtävä tämän ohjeen, valaistusteknillisten laskentojen ja valaisinvalmistajan antamien ohjeiden mukaan. Valonheittimen maksimivalovirta saa suuntautua korkeintaan 75°:n kulmaan. Asiaa on havainnollistettu kuvassa 43.



Kuva 43. a) 25°:n epäsymmetristä valoa tuottava valonheitin, jonka tasolasin suurin sallittu kallistuskulma on 50°. b) 60°:n epäsymmetristä valoa tuottava valonheitin, jonka lasin suurin sallittu kallistuskulma on 15°.

### 8.4.4 Valaistusteknilliset laskennat

Kaikki valaistusteknilliset laskennat on tehtävä standardin SFS-EN 12464-2 mukaan. Standardissa on esitetty myös valaistusteknillisissä laskennoissa käytettävä laskenta- ja mittauspisteverkko.

Valaistuksen laskentapisteverkko määräytyy valaistavan alueen koon mukaan. Laskentapisteyden määrä lasketaan alla olevan kaavan (19) mukaan. Kun tarkastelualueen kummankin sivun pistemäärä lasketaan erikseen, muodostuu pisteverkko.

$$p = \frac{d}{0,2 \times 5^{\log d}} \quad (19)$$

jossa

p on sivun laskentapisteyden määrä ja  
d tarkastelualueen sivun pituus.

Pisteiden välisen etäisyyden tulee olla  $\leq 10$  m. Taulukossa 34 on esitetty muutamia esimerkkejä laskentapisteyden määrästä suhteessa tarkastelualueen sivun pituuteen.

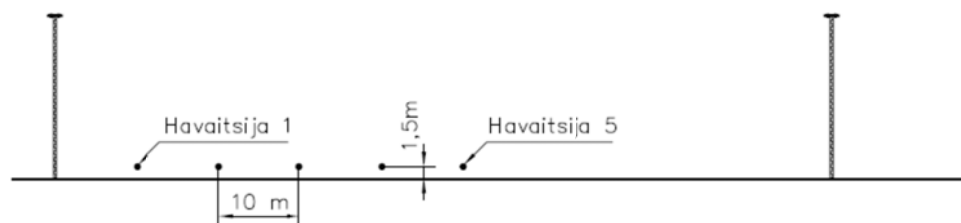
Taulukko 34. Laskentapisteiden määrä suhteessa tarkastelualueen sivun pituuteen.

Sivun pituus d [m]	Sivun laskentapisteiden määrä p [kpl]
10	10
50	16
100	20
200	25
300	30
400	40

$R_G$ -häikäisyarvot lasketaan pylväs- tai mastolinjassa oleville havaitsijoille, kuva 44. Laskentaalueen pituus on puolet pylväs- tai mastovälistä. Havaitsijat sijoitetaan tasaisin välein niin, että laskenta-alueelle saadaan vähintään neljä havaitsijaa.

Matkustaja-alueilla, joissa valaisimien välinen etäisyys on pieni (mm. katetut asemalaiturit, asematunnelit jne.), laskentaalueen pituus on yksi valaisinväli. Havaitsijat sijoitetaan kulkureittien keskilinjalle tasaisin välein niin, että reunimmaisat havaitsijat ovat valaisimien kohdalla.  $R_G$ -häikäisyarvot lasketaan vähintään neljälle havaitsijalle. Jos valaisinväliä ei pystytä määrittelemään, käytetään havaitsijoiden välinä 2 m.

Havaitsija sijoitetaan 1,5 m korkeudelle ja havaitsijan katsesuunta on 2 astetta vaakatasosta alaspäin. Häikäisyarvot lasketaan jokaiselle havaitsijalle koko akselin ympäri 15 asteen välein, yhteensä 24 laskenta-arvoa. Häikäisyn maksimiarvo  $R_G$  ja suunta ilmoitetaan jokaiselle havaitsijalle. Suurin arvo on mitoittava.



Kuva 44. Esimerkki valonheitinmastovalaukuksesta, jossa asennuskorkeus on 20 m. Havaitsijat ovat 1,5 m korkeudella ja katsovat 2° vaakatasosta alaspäin. Havaitsijoiden väli on 10 m.

#### 8.4.5 Valaistusteknilliset mittaukset

Valmiin valaistusasennuksen valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset tulee tehdä Liikenneviraston ohjeen **Valaistusteknilliset laadunvalvontamittaukset** mukaan. Muulloin valaistusmittaukset tulee tehdä standardin SFS-EN 12464-2 mukaan.

## 8.4.6 Pylväät ja mastot

### 8.4.6.1 Pylväät

Puupylväiden tulee täyttää Liikenneviraston ohjeen **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** vaatimukset. Rautatiealueilla puupylväät voidaan upottaa suoraan maahan.

Rautatiealueella käytettyjen puupylväiden latvahalkaisijan minimimitta on esitetty taulukossa 35. Puupylväiden latva tulee suojata aina pylväshatulla.

*Taulukko 35. Puupylvään latvahalkaisijan minimimitta.*

Puupylvään pituus	Latvahalkaisija
6-12 m	150 mm
13-18 m	170 mm

Metallipylväiden tulee täyttää Liikenneviraston ohjeen **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** vaatimukset. Lisäksi on otettava huomioon, että laiturille asennettavissa pylväissä on monesti myös muuta tekniikkaa - kuulutusjärjestelmät, opasteet jne. Nämä on otettava huomioon pylväiden kuorman mitoituksessa. Lisäksi pylväät tulee varustaa kahdella kytkentäaukolla.

Jäykät pylväät ovat sallittuja.

Jos vaihdealueella sijaitsevan pylvään viereen ei päästä nostoautolla, pylväät tulee toteuttaa kaadettavina. Tällöin pylväiden alaosa toteutetaan yhdestä tai kahdesta U-profiilistä, joka ulottuu asennuskorkeuden puoliväliin. Alaosan yläpään tulee nivel, jonka ympäri yläosa voidaan kaataa niin, että valaisimelle voidaan suorittaa tarvittavat kunnossapitotoimet. Yläosa suunnitellaan niin, että se on tasapainossa, eikä edellytä kaatamiseen konetta.

### 8.4.6.2 Mastot

Rautatiealueella tulee käyttää Liikenneviraston tyyppihyväksymiä vapaasti seisovia ristikkorakenteisia valonheitinmastoja. Kaikki mastot tulee varustaa kunnossapitotasolla sekä ruostumattomalla teräsvaijeriputoamissuojalla.

Hankekohtaisesti tilaaja voi esim. esteettisistä syistä hyväksyä myös toisentyypisiä mastoja. Jos tällaiseen mastoon ei saada sijoitettua kiipeämistikkaita ja putoamissuojaa, tulee valaisimien kunnossapitoa varten järjestää tilaa asennuskorkeuden edellyttämälle nostokalustolle.

## 8.4.7 Perustukset

Rautatiealueella käytettävien valaisinpylväiden jalustojen laatuvaatimukset ovat esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset**.

Liikenneviraston ohjeesta **Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset** poiketen rautatiealueella puupylvään saa upottaa suoraan maahan.

Metallipylväiden jalustojen mitoitus on esitetty kohdassa 6.4. Jalustoina tulee käyttää betonielementtialustoja, joissa on säätöruuvikiinnitys. Jalustat tulee varustaa muhvilla, johon voidaan liittää 110 mm:n kaapelinsuojaputki. Jalustasta tulee olla suora putkireitti lähimpään kaapelikanavaan.

Laiturialueella pylvään ja jalustan ympärille on suunniteltava ja rakennettava auraussuojat, jotka ulottuvat vähintään 150 mm maanpinnan yläpuolelle.

Valonheitinmastojen perustamisessa tulee käyttää pääsääntöisesti laattajalustaa, joka tukeutuu kantavaan maapohjaan tai teräsbetonisten tukipaalujen avulla kovaan pohjaan. Jalustatyyppien määrittelyssä tulee ottaa huomioon mastojen maksimikuormat. Jokaiselle mastolle on tehtävä pohjatutkimukset, joiden pohjalta laaditaan perustamissuunnitelma.

#### **8.4.8 Sähköjärjestelmät**

##### **8.4.8.1 Johtoverkko**

Johtoverkko tulee suunnitella standardisarjan SFS 6000 ja Liikenneviraston (aik. Ratahallintokeskuksen) B-julkaisusarjan voimassa olevien julkaisujen vaatimusten mukaan.

Ohjeen **Syötön automaattinen poiskytkentä, oikosulkuvirta** mukaisesti oikosulkuvirran mitoitus voidaan tehdä kohdan 6.5.2.2. mukaan (taulukko 25).

Maakaapelit tulee suojata tehokkaasti kaikelta mekaaniselta rasitukselta ja asentaa vähintään A-luokan suojaputkeen niillä alueilla, joilla se ei kulje kaapelikanavassa.

##### **8.4.8.2 Maadoitus**

Maadoitukset on tehtävä ohjeiden **Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu** ja **Laitetilojen ja valaisimien maadoittaminen** sekä muiden B-julkaisusarjan voimassa olevien julkaisujen vaatimusten mukaan.

##### **8.4.8.3 Keskukset**

Valaistuskeskukset sijoitetaan jakokaappeihin Liikenneviraston Rautatieosaston maa-alueelle. Jakokaapin jalustasta tulee rakentaa putkireitti kaapelikaivoon tai -kouruun.

Jakokaapin tulee olla standardin SFS 2533 mukainen. Standardista poiketen jakokaapin materiaalin tulee olla ruostumatonta terästä tai alumiinia, jonka seinämävahvuuden tulee olla vähintään 3 mm. Jakokaapin jalustan tulee täyttää standardin SFS 2534 vaatimukset.

Valaistuskeskuksen rakenteessa tulee ottaa huomioon Liikenneviraston ohjeet **Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu** ja **Laitetilojen ja valaisimien maadoittaminen**. Sähköradan läheisyyteen sijoitettavat jakokaapit tulee varustaa ohjeiden mukaisilla PE-SR ja PE-PJ maadoituskiskoilla.

Jakokaapit on perustettava 1 m:n syvyyteen routimattomaan maahan ja jalustaan tulee asentaa riittävän pitkät poikittaistuet. Perustuselementin alle on laitettava vähintään 50 mm solumuovia lämpöeristeeksi. Vaihtoehtoisesti lämpöeristys voidaan toteuttaa 30 cm:n kevytsorakerroksella.

Valaistusryhmät tulee varustaa ryhmäkohtaisella A-O-K-kytkimellä ja kahdella kontaktorilla, joista toinen voidaan kytkeä ohjauksella pois. Pois kytkettävän kontaktorin tulee vuorotella vuorooin, jotta polttotunnit kaikille valaisimille pysyvät tasaisina.

Kytkimen napaisuus:

- A = ohjausjärjestelmän mukainen toiminta,
- O = valaistusryhmä pois käytöstä ja
- K = manuaalinen ohjaus, joka ohittaa ohjausjärjestelmän.

Valaisinlähtöjen kontaktorit tulee mitoittaa valaistuksen maksimisyttymisvirtojen mukaan.

Valaistusryhmissä tulee olla myös kontaktorikohtainen tuntilaskuri, joka ohjaa ryhmävaihtojen suorittamista.

#### **8.4.8.4 Sähköverkon suunnittelu**

Sähköverkon suunnittelussa tulee noudattaa standardia SFS 6000. Suunnittelu tulee tehdä Liikenneviraston B-julkaisusarjan ohjeiden vaatimusten mukaan.

## **8.5 Valaistussuunnitelmat**

Rautatiealueen valaistuksen toteuttamisessa on kolme tavoitteiltaan ja tarkkuudeltaan erilaista suunnitelmaa:

- yleissuunnitelma,
- ratasuunnitelman valaistustiedot ja
- valaistuksen rakentamissuunnitelma.

Erilaiset valaistussuunnitelmat voidaan laatia soveltuvin osin kohdan 7 mukaan.



## Liiteluettelo

Liite 1	Piirustusmerkinnät
Liite 2	Ulkovalaistuksen tarveselvitys, valaistusluokat
Liite 3	Tievalaistuksen yleissuunnitelma, yleiskartta
Liite 4	Tiesuunnitelman valaistustiedot, yleiskartta
Liite 5	Valaistuksen rakennussuunnitelma, piirustusluettelo
Liite 6	Valaistuksen rakennussuunnitelma, suunnitelmakartta
Liite 7	Valaistuksen rakennussuunnitelma, tyyppipoikkileikkaukset
Liite 8	Valaistuksen rakennussuunnitelma, pylväs- ja valaisinluettelo
Liite 9	Valaistussuunnitelma, risteyssilta
Liite 10	Valaistuksen rakennussuunnitelma, valaistusportaat ja valaisimien sijainti
Liite 11	Valaistuksen rakennussuunnitelma, keskuskaavio TVK xxx
Liite 12	Valaistuksen rakennussuunnitelma, siltakeskus, pääkaavio
Liite 13	Valaistuksen rakennussuunnitelma, kuormitustaulukko
Liite 14	Valaistuksen rakennussuunnitelma, keskus, ryhmitystaulukko
Liite 15	Valaistuksen rakennussuunnitelma, suojaputkiluettelo
Liite 16	Valaistuksen rakennussuunnitelma, keskus, oikosulku- ja jännitehäviölaskennat

## VALAISIMET JA VALONLÄHTEET

## Suurpainenatrium

	S-600
	S-400
	S-250
	S-150
	S-100
	S-70
	S-50

## Monimetalli

	M-400
	M-250
	M-150
	M-100
	M-70
	M-50
	M-35

## Induktio

	QL-165
	QL-85
	QL-55
	Suurpainenatrium korvaava
xxx	
	Monimetalli korvaava
xxxX	
	LED
(xxx)	
X	Muu valaisin (mm.
xxx	loisteputki, halogeeni jne.)

## Elohopea

	QE-400
	QE-250
	QE-125
	QE-80
	QE-50

## VALONHEITTIMET JA VALONLÄHTEET

	Suurpainenatrium (S-150)
	Monimetalli (M-250)
	LED, 29W

Ledien tapauksessa valaisimen tunnusnumero tai valaisimen kuluttama kokonaisteho esitetään tarvittaessa numeroilla piirustusmerkinnän vieressä. Tunnusnumeroita vastaavat valaisintyypit esitetään merkintöjen selityksissä.

Korvaavien suurpainenatrium- ja monimetallilamppujen tapauksessa nimellisteho esitetään numeroilla piirustusmerkinnän vieressä. Korvaavien monimetalli-lamppujen tapauksessa merkitään myös lampun asento, ks. lisämerkinnät.

Suunnitelmissa suurpainenatrium- ja monimetallilamppujen muoto esitetään lisäämällä lajitunnuksen jälkeen E (ellipsoidi) tai T (putkilo), esim. ST-70, SE-70.

## ESIMERKIT

	Suurpainenatrium, ST-150, asennus valaisinvarteen, puupylväs
	Monimetalli, MT-70, varreton asennus, metallipylväs
	LED, puistovalaisin, 40W, metallipylväs

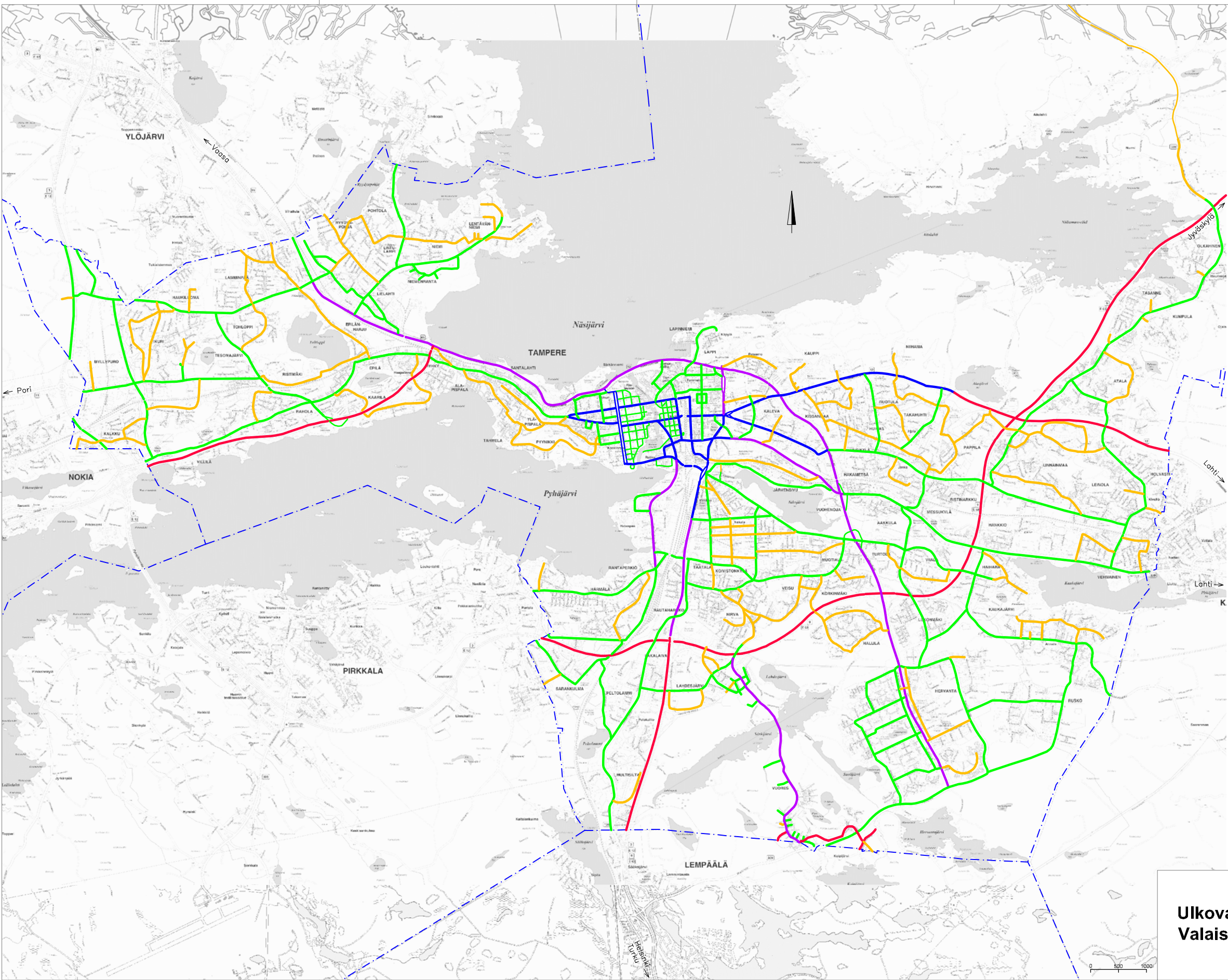
## PYLVÄÄT

●	Metalliputkipylväs
○	Puupylväs
←○	Haruspylväs
→○	Tukipylväs
	Puistovalaisin (M-70)

## LISÄTUNNUKSET

N	Nykyinen valaisinpylväs
NS	Nykyisen valaisinpylvään siirto
NVV	Nykyisen valaisimen vaihto
NVVV	Nykyisen valaisinvarren ja valaisimen vaihto
NPVV	Nykyisen pylvään ja valaisimen vaihto
V	Lampun asento, vaaka
P	Lampun asento, pysty

Piirustusmerkinnät

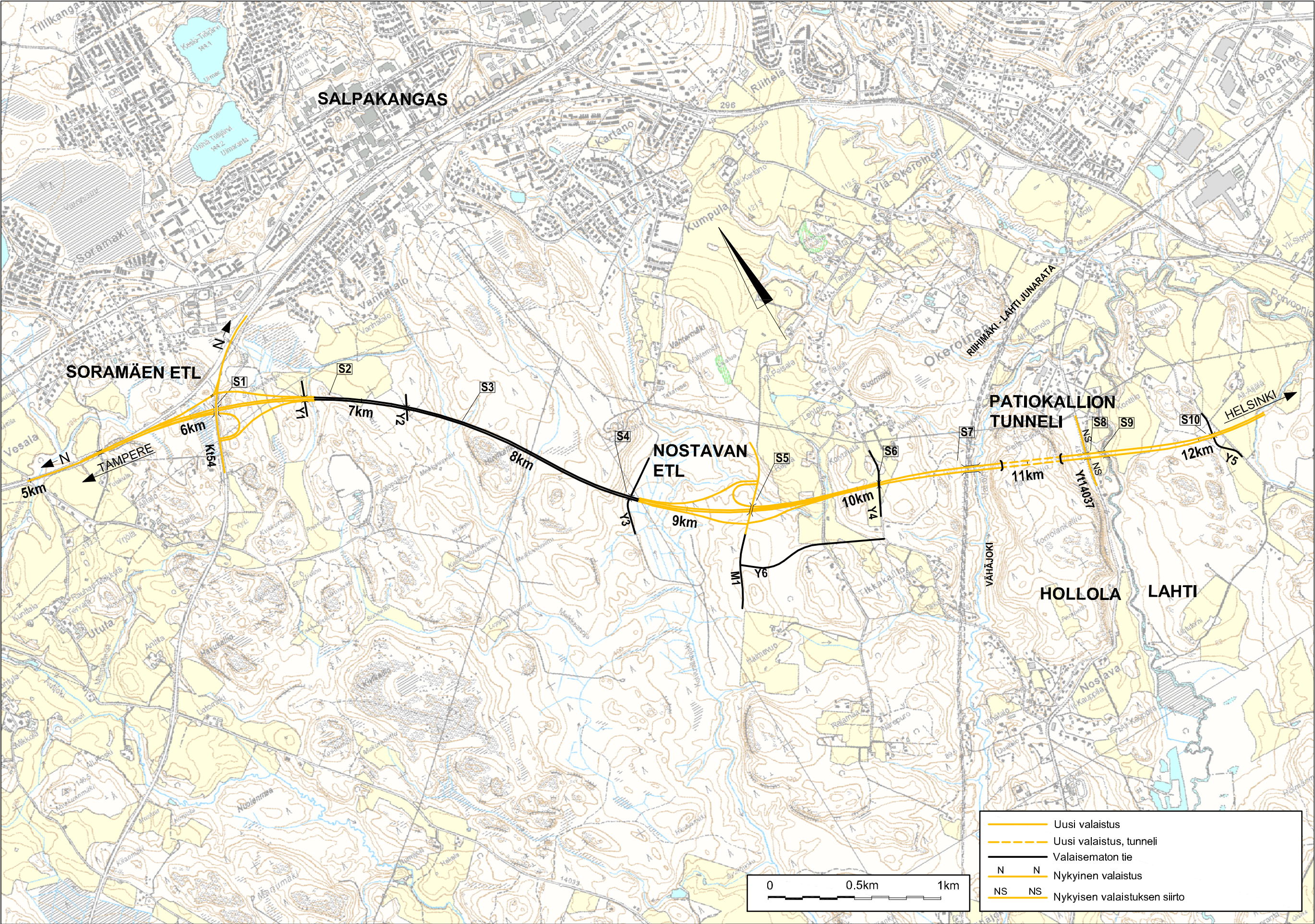


MERKINTÖJEN SELITYKSET

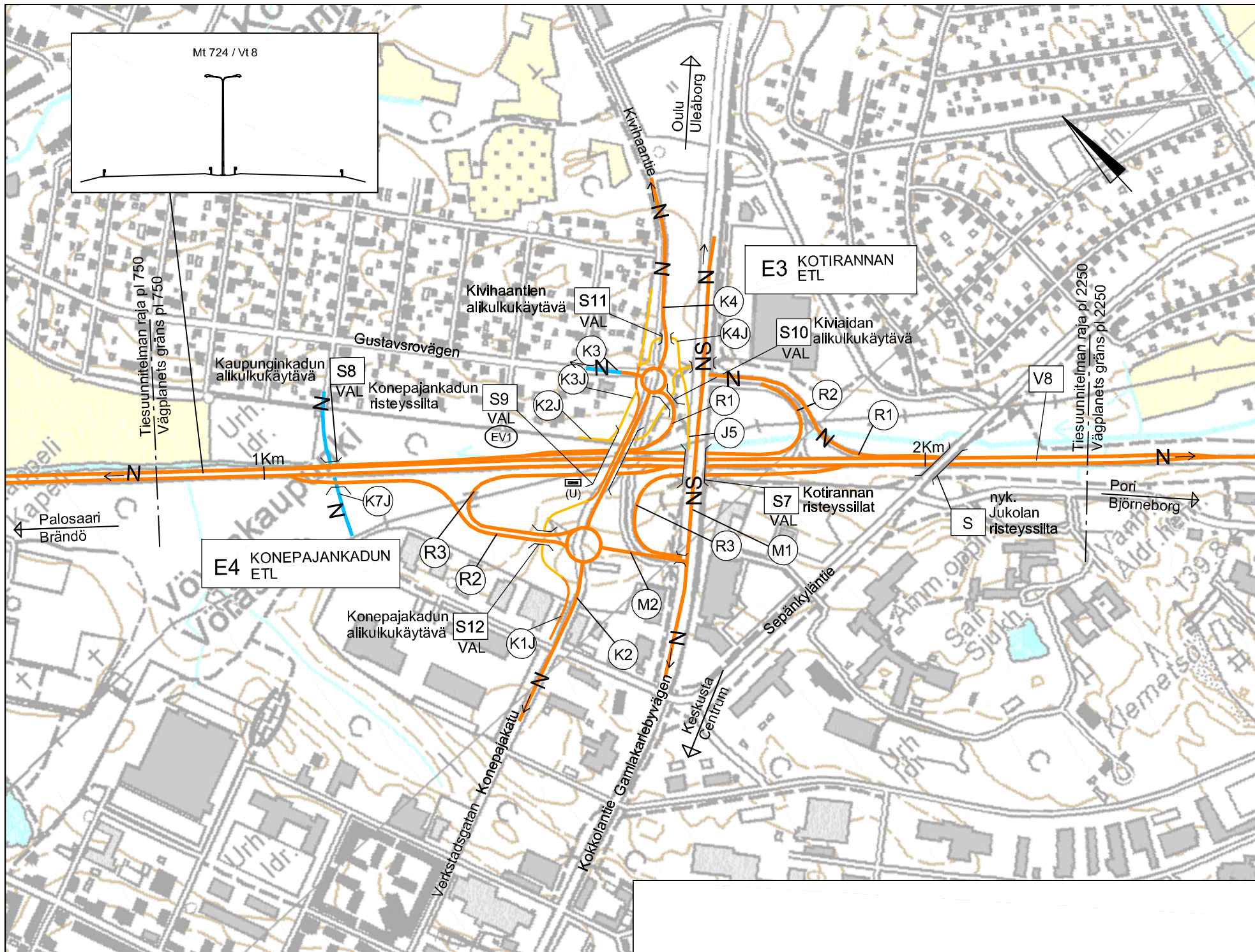
VALAISTUSLUOKAT		
<span style="color:blue">—</span>	M1	2,0 cd/m <sup>2</sup>
<span style="color:purple">—</span>	M2	1,5 cd/m <sup>2</sup>
<span style="color:red">—</span>	M3a	1,0 cd/m <sup>2</sup>
<span style="color:green">—</span>	M3b	1,0 cd/m <sup>2</sup>
<span style="color:orange">—</span>	M4	0,75 cd/m <sup>2</sup>
<span style="color:blue">- - -</span>	M5	0,5 cd/m <sup>2</sup>
<span style="color:blue">- - -</span>	KAUPUNGIN RAJA	

Ulkovaistuksen tarveselvitys  
Valaistusluokat









tie- tai katuosa	alkupl	loppupl	pituus	Valaistus- luokka	Valo- laji	Pylväsajäi ja kaapelointi- tapa	Pylväiden sijainti	Enimmäis- asennuskorkeus (m)	Laskennalliset hoitokustannukset €/ km / 30 a
V18, Mt 724	0	2620	2620	M2	S	MMM	keskellä	10	128052
E3 Kotirannan eritasoliittymä									
R1	100	400	300	M3b	S	MMM	reunalla	10	47109
R2	120	280	160	M3b	S	MMM	reunalla	10	47109
R3	20	280	260	M3b	S	MMM	reunalla	10	47109
E4 Konepajankadun eritasoliittymä									
R1	0	130	130	M3b	S	MMM	reunalla	10	47109
R2	100	360	260	M3b	S	MMM	reunalla	10	47109
R3	170	260	90	M3b	S	MMM	reunalla	10	47109
K1	0	100	100	M3b	S	JMM	keskellä	10	78399
K2	0	120	120	M3b	S	JMM	reunalla	10	82002
K2	120	430	310	M3b	S	JMM	reunalla	10	51489
K3	0	80	80	M3b	S	JMM	reunalla	10	51489
K4	0	140	140	M3b	S	JMM	reunalla	10	51489
M2	0	150	150	M3b	S	JMM	reunalla	10	51489
K1J	90	240	150	P4	S	JMM	reunalla	6	26739
K1J	490	590	100	P4	S	JMM	reunalla	6	26739
K2J	0	250	250	P4	S	JMM	reunalla	6	26739
K3J	0	90	90	P4	S	JMM	reunalla	6	26739
K4J	0	130	130	P4	S	JMM	reunalla	6	26739
J5	0	120	120	P4	S	JMM	reunalla	6	26739
YHTEENSÄ			5560 m						

S = suurpainenaatrium  
JMM = jäykkä metallipylväs, maakaapeli  
MMM = myötävävä metallipylväs, maakaapeli  
Laskennalliset hoitokustannukset on määritelty teoreettisten pylväsvälien mukaan.

### Valaistavat väylät ja valolajit

Uusi valaistus

Nykyinen valaistus

Nykyisen valaistuksen siirto

Suurpainenatrium (S)

Elohopea

Erillinen jalankulku- ja pyörätien valaistus

Suurpainenatrium (S)

Rinnakkainen jalankulku- ja pyörätie saa valonsa pääväylältä

Suurpainenatrium (S)

(U) Keskus (uusi)

VAL Sillanalusvalaistus

Erikoisvalaistus:

(EV1) S9; pilarit ja palkit

## Tiesuunnitelman valaistustiedot

### Yleiskartta

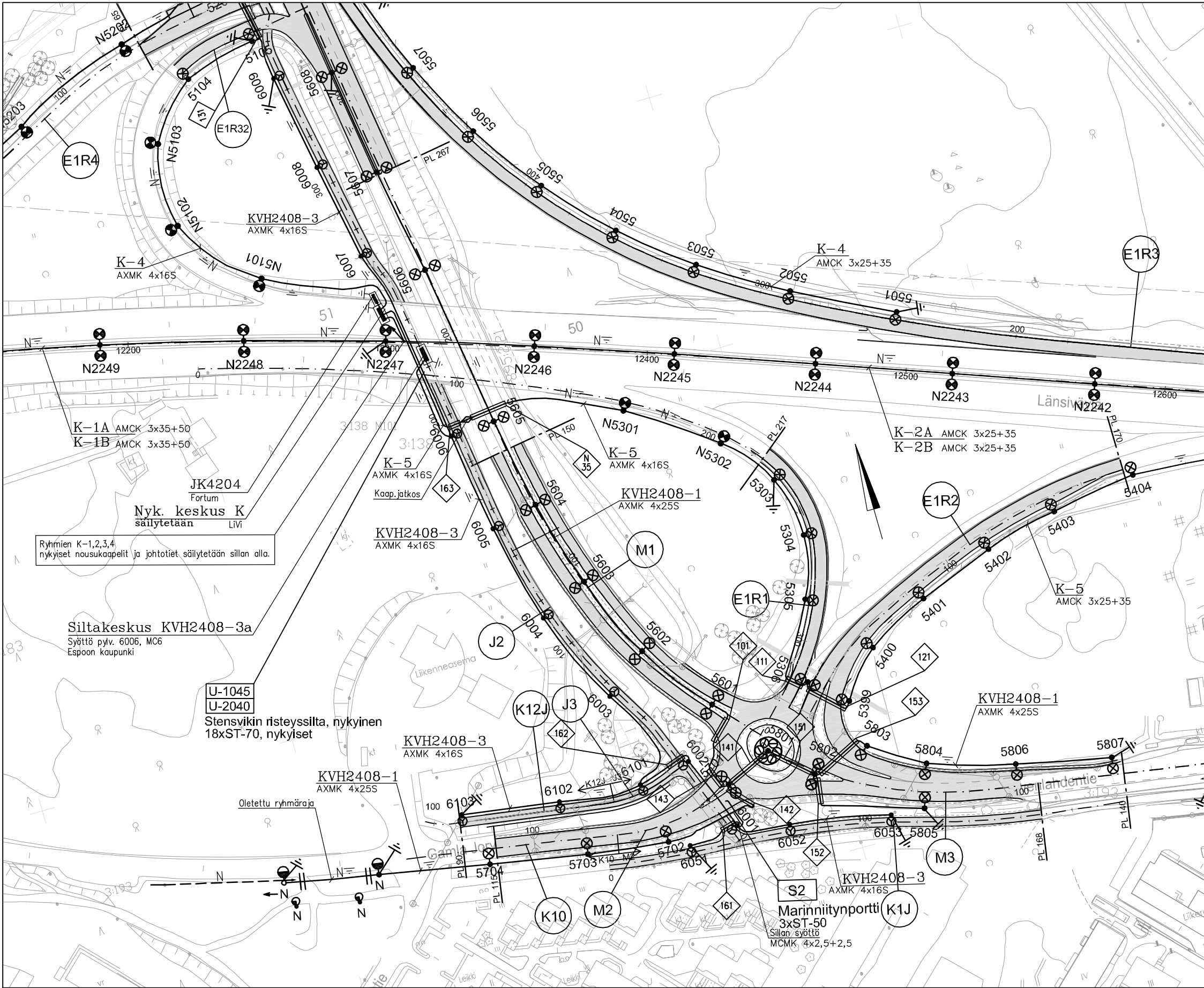
11T-1

## VALAISTUKSEN RAKENNUSSUUNNITELMA

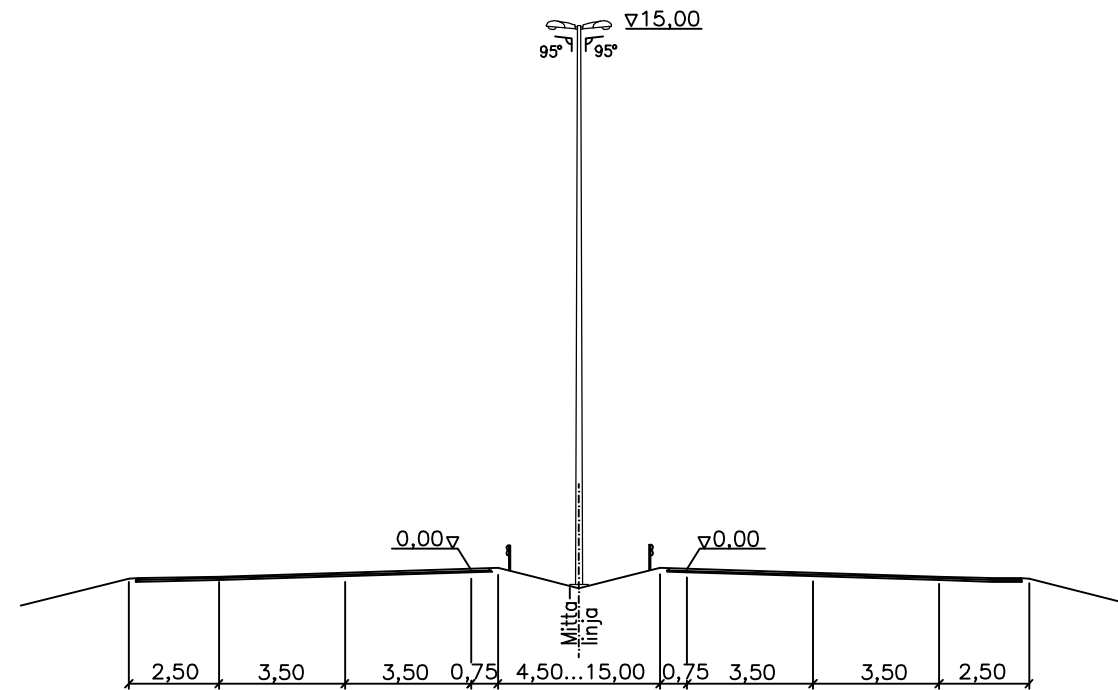
## Piirustusluettelo R17

Piirustus-numero	Nimi	Mittakaava	Päivämäärä	Muutettu
<b>R17</b>	<b>VALAISTUS</b>			
R17/1	Työkohtaiset laatuvaatimukset		xx.xx.xxxx	
Liite 1	Ely_kilvet 2010			
Liite 2	ELY Tievalaistuksen ohjausjärjestelmä			
	<b>Yleiskartat</b>			
R17/2-1	Vt 19, plv;0 - 2170	1:10000	xx.xx.xxxx	
R17/2-2	Vt 19, plv; 2170 - 4500	1:10000	xx.xx.xxxx	
	<b>Suunnitelmakartat</b>			
R17/3-1	Vt 19, plv; 0 - 1400	1:2000	xx.xx.xxxx	
R17/3-2	Vt 19, plv; 1400 - 2800	1:2000	xx.xx.xxxx	
R17/3-3	Vt 19, plv; 2800 - 4500	1:2000	xx.xx.xxxx	
	<b>Tyypipoikkileikkaukset</b>			
R17/4	Vt 19, M1, K1, J1	1:200	xx.xx.xxxx	
	<b>Pylväs- ja valaisinluettelot</b>			
R17/5-1	Vt 19, plv; 0 - 2200		xx.xx.xxxx	
R17/5-2	Vt 19, plv; 2200 - 4500		xx.xx.xxxx	
R17/5-3	M1, K1, J1		xx.xx.xxxx	
	<b>Siltavalaisuussuunnitelmat</b>			
R17/19395	S14, Kiviniemen rs	1:100, 1:200	xx.xx.xxxx	
R17/19396	S16, Kaakurin akk	1:100	xx.xx.xxxx	
	<b>Suojaputkiluettelo</b>			
R17/6	Vt 19, plv; 0 - 4500, M1, K1, J1		xx.xx.xxxx	
	<b>Keskuksien pääkaaviot, ryhmitys- ja kuormitustaulukot</b>			
R17/7-1:1-3	Keskus TVK-3, pääkaavio		xx.xx.xxxx	
R17/7-2	Keskus TVK-3, ryhmitystaulukko		xx.xx.xxxx	
R17/7-3	Keskus TVK-3, kuormitustaulukko		xx.xx.xxxx	
R17/8	Siltakeskus TVK-4, pääkaavio			
	<b>Tyypipiirustukset</b>			
Ty8/92	Kaapeli tierakenteessa			
Ty11/1	Tievalaistus, piirustusmerkinnät			
Ty11/161	Puupylväät, yleispiirustus			
Ty11/181	Haruksen ankkurointi			
	<b>Suunnitteluaineisto</b>			
	Valaistusteknilliset laskennat			
	Erikoisrakenteiden kuormitus-, lujuus- ja taipumalaskelmat			
	Oikosulku- ja jännitehäviölaskelmat			
	Turvallisuusasiakirja			

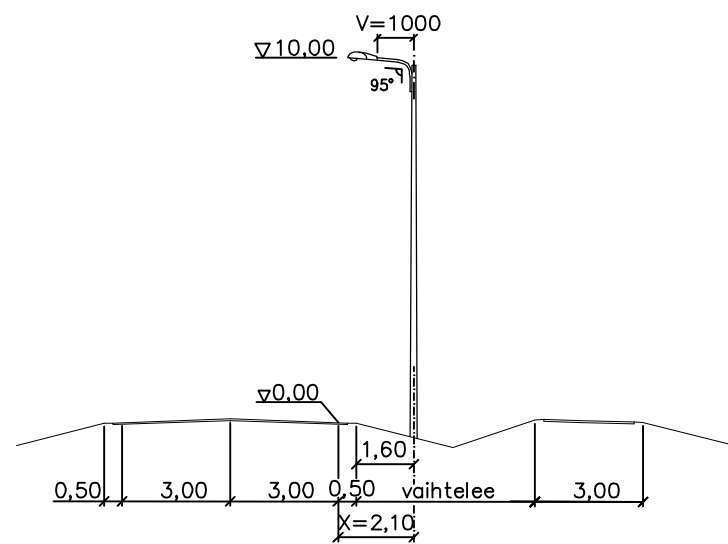




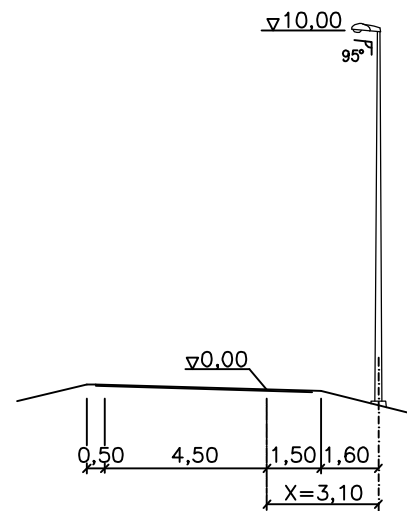
- Merkintöjen selitykset**
- = ST-100 (6 valonheitintä)
  - = ST-150
  - = ST-50
  - = ST-250, nykyinen
  - = QE-250, nykyinen
  - = QE-125, nykyinen
  - = Nykyinen ilmajohito
  - = Uusi ilmajohito
  - = Uusi maakaapeli
  - = Nykyinen maakaapeli
  - = Jakoraja
  - = Maadoitus
  - = Harus
  - = Tukipuu
  - = A-lk:n suojausputki, M110



Moottoritie



Maantie



Ramppi



	<b>VALAISTUKSEN RAKENNUSSUUNNITELMA</b> <b>PYLVÄS- JA VALAISINLUETTELO</b>	<b>R17/4</b>
--	---	--------------

PYLVÄS- JA VALAISINLUETTELO

R17/4


- 1) TU = HE, LE tai NE
- 2) jalustan yläpinta 70 mm valmiin tienpuoleisen maanpinnan yläpuolella
- 3) maalaus ks. työkohtaiset laatuvaatimukset

L = syvennyksen louhinta

Pylväillä varren kallistus 5 astetta, ellei ole muuta esitetty. \*) kevyen liikenteen väylien pylväiden etäisyys luiskan reunasta,

v= vasen, o=oikea, k=keskellä  
ellei muuta ole kirjattu

Pylväillä varren kallistus 5 astetta, ellei ole muuta esitetty.  
v= vasen, o=oikea, k=keskellä

\*) kevyen liikenteen väylien pylväiden etäisyys luiskan reunasta, ellei muuta ole kirjattu

Vaadittu DL<sup>3</sup>-mitta on ohjeen Tie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu taulukon 24 vaatimusero kerrottuna olosuhdekertoimella.

Olosuhdekerroin  $k_1$  (perustapauksen  $DL^3$ -mitta kerrotaan tällä kertoimella, jolloin saadaan vaadittu  $DL^3$ -mitta)

Perustapaus,  $k_1 = 1,0$ 

- loiva luiska 1:3...4, kitkamaa tai sitkeä (leikkauslujuudeltaan  $\sigma_u \geq 25$  kPa) savi tai siltti (P1...P5)

- jyrkkä luiska 1:1,5...2, hyvä kitkamaa (P1...P3)

Hyvä olosuhde,  $k_1 = 0,7$ : vaakasuora keski- tai välisaareke, hyvä kitkamaa (P1...P3)

Huono olosuhde,  $k_f = 1,4$  = loiva luiska, pehmeä (leikkauslujuudeltaan  $s_u = 15 \dots 25$  kPa) savi tai siltti (P6).

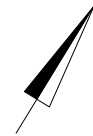
Vaadittu DL<sup>3</sup>-mitta on ohjeen Tie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu taulukon 24

vaatimuservo kerrottuna olosuhdekertoimella.

Jos sarakkeeseen Täyttö on merkitty murske, DL3-mittaa ei kerrota 1,4:llä

NRO	SIJAINTI				MAA		JALUSTA			PYLVÄS				VALAISIN			HUOM.
	X	Y	PL	v o k	Maap. olosuhde- kerroin k <sub>f</sub>	Täyttö	Vaadittu DL <sup>3</sup>	Valittu tuote	x-mitta reuna- viivasta *)	Jalustan yläpinta Z (m)	Koko ja törmäys turvallisuus 1)	Valittu tuote	Kyt. aukko kpl	T=putkenm. lamppu E=ellipsi lamppu	Valonjako, ks. Työkohtaiset laatuvaatimukset	Valittu tuote	
	M1									metallipylväs ja maakaapeli							
101	6708924,37	3468107,72	1711	v	1,4	murske	0,80	SJ-4/1500	2,1	11,79	102P10 HE	Tehomet Safety	1	ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	X-mitta reunatuesta
102	6708959,85	3468136,85	1757	v	1	-	0,80	SJ-4/1500	2,1	12,24	102P10 HE	Tehomet Safety	1	ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	X-mitta reunatuesta
103	6708995,33	3468165,98	1803	v	1	-	0,80	SJ-4/1500	2,1	11,89	102P10 HE	Tehomet Safety	1	ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	X-mitta reunatuesta
104	6709030,81	3468195,11	1845	v	1	-	0,80	SJ-4/1500	2,1	12,14	102P10 HE	Tehomet Safety	1	ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	X-mitta reunatuesta
105	6709066,29	3468224,24	1891	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	12,09	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
106	6709101,77	3468253,37	1935	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	12,43	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
107	6709137,25	3468282,5	1980	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	12,74	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
108	6709172,73	3468311,63	2025	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	13,04	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
109	6709208,21	3468340,76	2069	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	13,34	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
110	6709243,69	3468369,89	2114	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	13,63	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
111	6709279,17	3468399,02	2159	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	13,94	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
112	6709314,65	3468428,15	2203	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	14,25	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
113	6709350,13	3468457,28	2248	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	15,14	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
114	6709385,61	3468486,41	2293	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	16,18	98T10 TU	Tehomet Safety	2	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	Yhteiskäyttövaraus, lähellä hulevesiputkea
115	6709421,09	3468515,54	2338	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	17,24	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
116	6709456,57	3468544,67	2382	k	0,7	-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	18,18	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
117	6709492,05	3468573,8	2427	k	Sillassa S2		laippa L3 (ks. Ty/213)				98T10E	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	Kiinnitys sillan S2 kanteen
118	6709527,53	3468602,93	2472	k	Sillassa S2		laippa L3 (ks. Ty/213)				98T10E	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	Kiinnitys sillan S2 kanteen
119	6709563,01	3468632,06	2516	k	Sillassa S2		laippa L3 (ks. Ty/213)				98T10E	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	Kiinnitys sillan S2 kanteen
120	6709598,49	3468661,19	2561	k		-	0,77	SJ-4/1500	kesk.	17,47	98T10 TU	Tehomet Safety	1	2x ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
	M2									puupylväs ja ilmajohhto							
201	6709704,93	3468748,58	1297	v	1	-	1,50	TCU2400	2,1	18,3	102P15 TU		-	ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	Lähellä suojaputkea, harus
202	6709740,41	3468777,71	1343	v	1	-	1,50	TCU2400	2,1	18,44	102P15 TU		-	ST-250	LP2 RP3	DL500 MAXI-A	
	J1									metallipylväs ja maakaapeli							
601	6709493,07	3468444,38	15	v	1,4	murske	0,25	SJ-2	1,0	2)	60S 3)	Tehomet	1	ST-50	LP2 RP3	DL500 MIDI-A	
602	6709475,28	3468450,37	45	v	1,4	murske	0,25	SJ-2	1,0	2)	60S 3)	Tehomet	1	ST-50	LP2 RP3	DL500 MIDI-A	
603	6709457,49	3468456,36	72	v	1	-	0,25	SJ-2	1,0	2)	60S 3)	Tehomet	1	ST-50	LP2 RP3	DL500 MIDI-A	Lähellä rumpua
604	6709439,70	3468462,35	99	v	1	-	0,25	SJ-2	1,0	2)	60S 3)	Tehomet	1	ST-50	LP2 RP3	DL500 MIDI-A	Lähellä 110kV linjaa
605	6709421,91	3468468,34	146	v	1	-	0,25	SJ-2	1,0	2)	60S 3)	Tehomet	1	ST-50	LP2 RP3	DL500 MIDI-A	Lähellä hulevesiputkea






Kohtilinen suuaukko		
Valaistusporras	Lähestymisluminanssi	Käytössä olevat valaisinyhmitt
Nro	$L_{th}$ (cd/m <sup>2</sup> )	$L_{20}$ (cd/m <sup>2</sup> )
Y	1,5	0-30
S	3	30-60
P1	41	60-820
P2	82	820-1640
P3	123	1640-2460
P4	165	2460-

## Merkintöjen selitykset

Valaisin, symmetrinen valonjako

ST-100

### Vastavalolalaisimet

 ST-400

201 Valaisimen numero

#### 4 Valaisinryhmä

 Valaisinpylväs, ST-400

S/Y Sisäalueen ja yöajan valaistusporras

P1-P4 Kynnys- ja siirtymäalueen valaistusporras

**Valaistuksen rakennussuunnitelma**  
**Valaistusportaat ja valaisimien sijainti R17/13**

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H  
J  
K  
L  
M  
N  
O  
P  
R  
S

D muutos  
E muutos  
F muutos

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H  
J  
K  
L  
M  
N  
O  
P  
R  
S

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H  
J  
K  
L  
M  
N  
O  
P  
R  
S

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

KESKUS

1. Nimellisjännite U<sub>N</sub> 400 V

2. Jännitehäviö keskuksen U<sub>H</sub> %

3. Taajuus f 50 Hz

4. Nimellivirta I<sub>N</sub> 63 A

5. Oikosulkukestoisuus terminen I<sub>S</sub> kA dynaaminen I<sub>s</sub> kA SFS 154:n mukaan

6. Keskuksen häviöteho P<sub>H</sub> kW

7. Kiskot tai johtimet AC L1 L2 L3 N PE PEN L+ M L- PE

8. Kiskot tai johtimet DC L+ M L- PE

9. Ohjausjännite U V f Hz I A S kVA

10. Apujännite 1

11. Apujännite 2

LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET

12. Jakelujärjestelmä käyttömaadoitettu 4j. TN-C-S käyttömaadoitettu 5j. TN-S käyttömaodoittamaton IT

13. Teho asennettu S kVA tasattu S kVA

14. Tehokerroin cos φ

15. Lämmitystehon osuus kW

B RAKENNETIEDOT

Keskus sijoitetaan kaapelijakokaappiin

1. Keskuslaji kenno kotelo kehikko

2. Kotelointiluokka min IP 34

3. Keskuksen rakenne 1-puoleinen 2-puoleinen 2 kpl 1-puoleisia selät vastakkain

4. Asennustapa pinnalle uppoon putkituskotelolla

5. Kiinnitys seinään lattiaan

6. Asennus- ja tukirakenteet sidekiskot jalustat

7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite lukolla solvalla kolmioavain Abloyavain

8. Keskuksen ovien ja kansien avautumiskulma min 90 astetta min 180 astetta

9. Kansien saranointi kytkentäkentät kojekentät kiskokotelokentät kaikki

10. Pintakäsittely valmistajan normaali erillisen ohjeen mukaan

11. Asennustila leveys korkeus, normaali muu syvyys, normaali muu

12.Ympäristön lämpötila normaali 20...25 C min -30 °C max +35 °C

13.Kennokeskuksen kaapelikuilut 1 kpl/kenttä 1 kpl/2 kenttää valmistajan normaali leveys

14.Lattialla seisovan keskuksen alhaalla olevat läpiviennit avoin palonkestävä

C TUNNUSMERKINNÄT

1. Tunnusmerkinnät valmistajan normaali erillinen ohje (säköselitys)

2. Keskuksen tunnuskilpi valmistajan normaali erillinen ohje (säköselitys)

3. Kansikojeiden tunnuskilvet valmistajan normaali erillinen ohje (säköselitys)

4. Kennokeskuksen kenttien merkintä juokseva numerointi -- vasemmalta oikealle -- oikealta vasemmalle erillinen ohje (säköselitys)

5. Kennokeskuksen lähtöjen merkintä juokseva numerointi kentän n:ro + juokseva numero erillinen ohje (säköselitys)

6. Sisäisten kojeiden merkintä valmistajan normaali erillinen ohje (säköselitys)

7. Sisäisten johtimien merkinnät ei suoriteta erillinen ohje (säköselitys)

8. Erillinen kilpi "KESKUKSESSA VIERAS OHJAUSJÄNNITE" "PÄÄKYTKIN EI KATKAISE JÄNNITETTYÄ KAUKOLÄMMÖN MITTAUKSELTA"

D KALUSTETIEDOT

1. Keskuksen kalustus valmistajan normaali erillinen ohje (säköselitys)

2. Kalustuksen tyyppi kiinteä ulosotettava ulosvedettävä

3. Kalustustapa keskitetty yksikkölähdöt

4. Merkkilamput hehkulamput hohtolamput LED-lamput

5. Laskutusmittareiden toimittaja sähkölaitos keskusvalmistaja

E KAAPELOINTITIEDOT

6. Laskutusmittamuuntajien toimittaja sähkölaitos keskusvalmistaja

7. Syöttö kaapeli kiskosto laji AXMK poikkipinta 4x70S pituus jännitehäviön laskemiseksi m

2. Syötön tulosuunta alhaalta ylhäältä

3. Syötön sijainti vasemmalla oikealla keskellä

4. Pääkaapeleiden lähtösuunta alas ylös

5. Pääkaapeleiden liittäminen kojeisiin kojeisiin yli 16mm riviliittimiin L N PE

6. Ohjauskaapeleiden lähtösuunta alas ylös

7. Ohjauskaapelit liitetään riviliittimiin

HUOM:

Keskus valmistetaan ohjeiden mukaisesti:  
InfraRYL ja Liikennevirstaston suunnitteluohje

Keskus varustetaan varoitustekstillä:  
VAROITUS. VALAISTUKSESSA KAUKO-OHJAUS.  
TYÖSKENNELLESSÄ UKITSE PÄÄKYTKIN Q1  
O=ASENTOON TAI TEE TYÖMAADOITUS.

A muutos  
B muutos  
C muutos

Liite 11-1 1 (4)

Valoistuksen rakennussuunnitelma Keskuskaavio TVK xxx

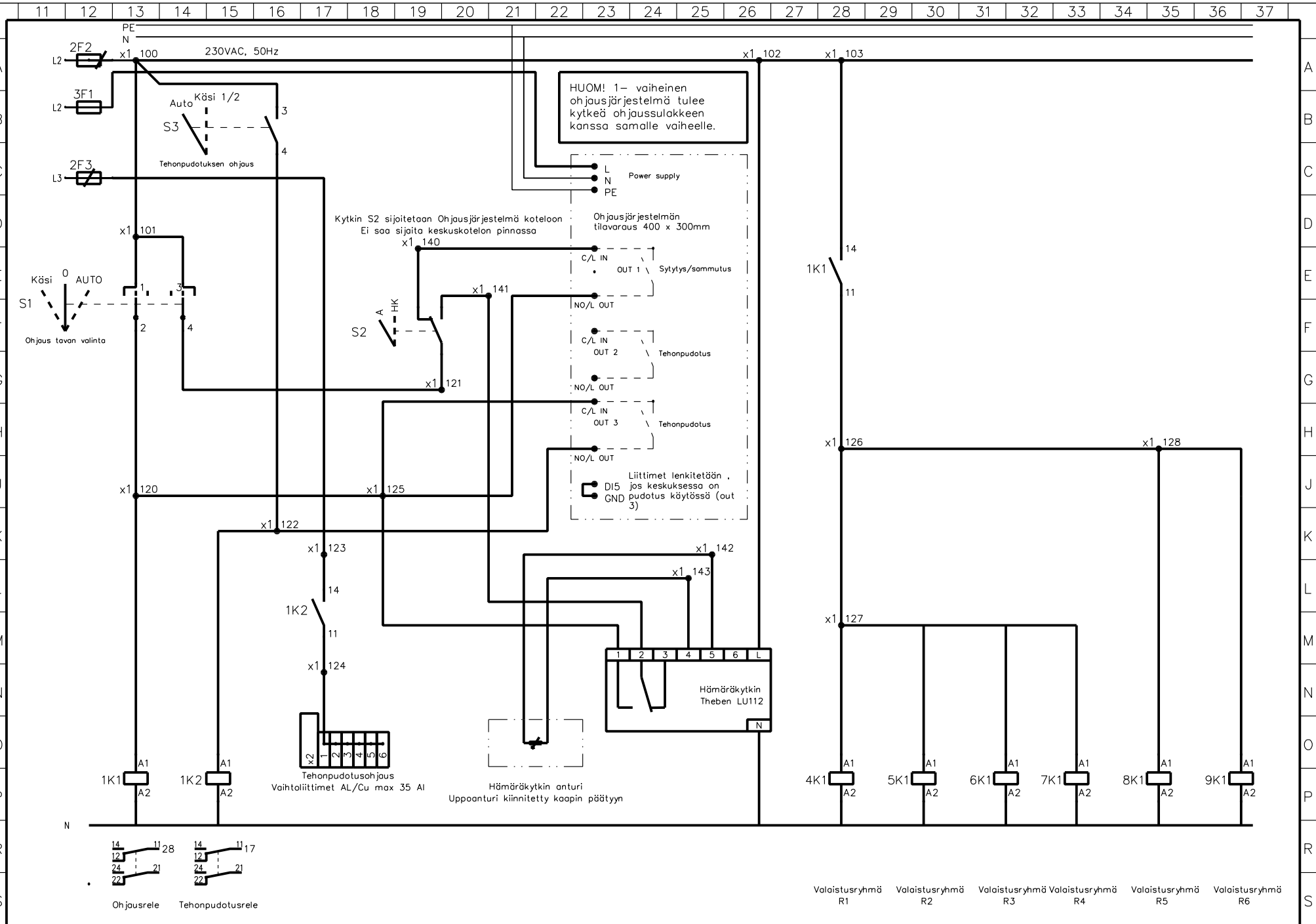
Suunn./ Piirt./ Tark.  
Sähköpositio/ Lehti/  
Työnumero/ Piirustusnumero  
R17/7-1

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
A D muutos E muutos F muutos	B C D E F G H J K L M N O P R S		KESKUS		RYHMÄ	OSOITE		TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	HUOM.																		

			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
A muutos	B muutos	C muutos	A	KESKUS										RYHMÄ	OSOITE										TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	HUOM.	
			B	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>																										

A muutos	B muutos	C muutos
D muutos	E muutos	F muutos
G muutos	H muutos	I muutos
J muutos	K muutos	L muutos
M muutos	N muutos	O muutos
P muutos	Q muutos	R muutos
S muutos	T muutos	U muutos



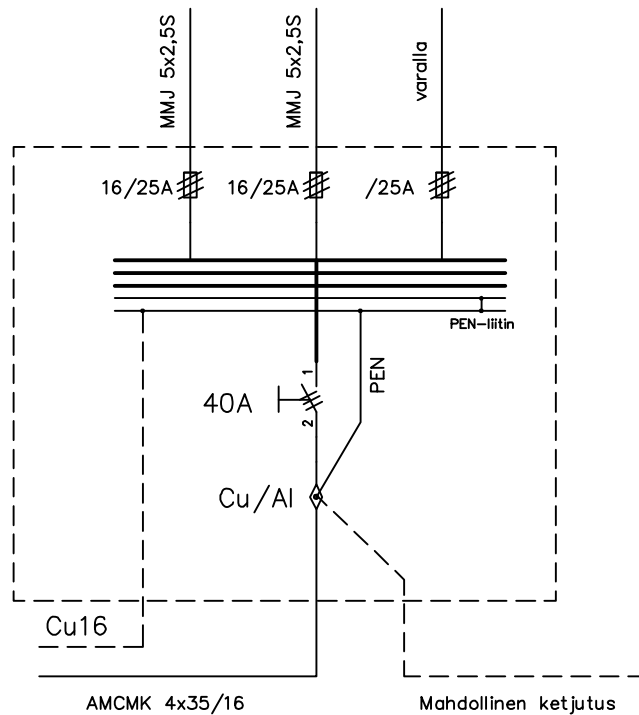
Liite 11-2

Valaistuksen  
rakennussuunnitelma  
Piirikaavio TVK-xxx

Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt.	Lehti	Piirustusnumero	
Tark.			

R17/7-2





Kiskosto 40A L1, L2, L3, N, PE (PEN –liitin työkalulla avattava) 230/400V 50Hz  
P=1,0 kW

Kotelointiluokka: IP35, varustettuna tuuletusaukolla ja pääkytkin sijoitettuna kannen alle

Syöttöjohtojen  
liittymissuunta:

Alhaalta

Keskuslaji:

Kotelo

Asennustapa:

Siltapilariin, pinta-asennus

Maalustapa:

Valmistajan ohjeen mukainen

Keskuksessa oltava syöttökaapelin ketjutusmahdollisuus

Keskuksessa oltava holkkitiivisteiset läpiviennit

Keskuksessa oltava riviliittimiä ohjausjohdinta varten

## Valaistuksen rakennussuunnitelma

**R17/9**

## Kuormitustaulukko

Keskus

[illegible]

Keskus Nro	Ryhmä Nro	Ryhmäkaapeli tyyppi	Vaihe L1	Koje nro. / teho Vaihe L2	Vaihe L3	Kytkentä- kaluste	Lisätiedot / Syöttö pylväältä
TVK-3	1	AMCMK 4x35+16	NU-216 / 278	NU-216 / 278	-	SV 15.115 + SVV 1.10	
	1	AMCMK 4x35+16	NU-217 / 278	-	NU-217 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	1	AMCMK 4x35+16		NU-218 / 278	NU-218 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	1	AMCMK 4x35+16	NU-219 / 278	NU-219 / 278	-	SV 15.115 + SVV 1.10	
	1	AMCMK 4x35+16	NU-221 / 278	-	NU-221 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	1	AMCMK 4x35+16	-	NU-222 / 278	NU-222 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
TVK-3	2	AMCMK 4x35+16	NU-5201 / 170	-	-	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	-	NU-5202 / 170	-	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5203 / 170	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	NU-5204 / 170	-	-	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	-	NU-5205 / 170	-	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5206 / 170	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	NU-5207 / 170	-	-	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	-	NU-5208 / 170	-	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5209 / 170	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	NU-5210 / 170	-	-	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	-	NU-5211 / 170	-	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5212 / 170	SV 15.115	
	2	AMCMK 4x35+16	NU-5213 / 170	-	-	SV 15.115	
TVK-3	3	AMCMK 4x35+16	NU-223 / 278	NU-223 / 278	-	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-224 / 278	-	NU-224 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16		NU-225 / 278	NU-225 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-226 / 278	NU-226 / 278	-	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-227 / 278	-	NU-227 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	-	NU-228 / 278	NU-228 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-229 / 278	NU-229 / 278	-	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-230 / 278	-	NU-230 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16		NU-231 / 278	NU-231 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-232 / 278	NU-232 / 278	-	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-233 / 278	-	NU-233 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	-	NU-234 / 278	NU-234 / 278	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-235 / 278	NU-235 / 278	-	SV 15.115 + SVV 1.10	
	3	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5101 / 170	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-5102 / 170	-	-	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	-	NU-5106 / 170	-	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5104 / 170	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-5105 / 170	-	-	SV 15.115	NU-226
	3	AMCMK 4x35+16	-	NU-5106 / 170	-	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5107 / 170	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-5108 / 170	-	-	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	-	NU-5109 / 170	-	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5110 / 170	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-5111 / 170	-	-	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	-	NU-5112 / 170	-	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	-	-	NU-5113 / 170	SV 15.115	
	3	AMCMK 4x35+16	NU-5114 / 170	-	-	SV 15.115	


Valaistuksen rakennussuunnitelma

Suojaputkiluettelo

R17/6

E = Ely-keskus

K = Kunta

[illegible]

U<sub>ha</sub>      2,6      %  
 I<sub>ka</sub>      920      A  
 U<sub>a</sub>      224,1      V  
 Z<sub>ka</sub>      0,2      Ω

ryhmä nro	oikosulkuvirta (Ik) / A	jännitehäviö		suurin sallittu ryhmäsulake	Käytetty ryhmäsulake
		ryhmä (Uha) / %	yht. (Uha) / %		
1	<u>213</u>	0,8	<u>3,4</u>	63A	25A
2	<u>86</u>	4,4	<u>7,0</u>	25A	25A
3	<u>208</u>	0,8	<u>3,4</u>	63A	25A
4	<u>180</u>	0,7	<u>3,3</u>	63A	25A
5	<u>107</u>	1,3	<u>3,9</u>	35A	25A
6	<u>105</u>	2,2	<u>4,8</u>	35A	25A





